

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年11月29日

出願番号

Application Number:

特願2002-348266

[ST.10/C]:

[JP2002-348266]

出願人

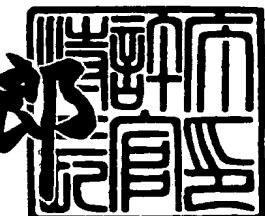
Applicant(s):

プラザー工業株式会社

2003年 6月30日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一



出証番号 出証特2003-3051558

【書類名】 特許願

【整理番号】 PBR02054

【提出日】 平成14年11月29日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 26/10

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号 ブラザー工業
株式会社内

【氏名】 渡▲なべ▼ 光由

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号 ブラザー工業
株式会社内

【氏名】 山田 祥治

【特許出願人】

【識別番号】 000005267

【氏名又は名称】 ブラザー工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100082500

【弁理士】

【氏名又は名称】 足立 勉

【電話番号】 052-231-7835

【選任した代理人】

【識別番号】 100109195

【弁理士】

【氏名又は名称】 武藤 勝典

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007102

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9006582

【包括委任状番号】 0018483

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像表示装置および画像表示プログラム

【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像に対応した光束を生成して出力する光束生成手段と、
該光束生成手段により出力された光束を画像として投影可能な状態に走査する
走査手段と、

該走査手段により走査された光束を利用者の瞳孔へ入射させる瞳孔入射手段と
、を備え、

該瞳孔入射手段により瞳孔へ入射された光束が網膜上に画像を投影することに
よって、利用者の瞳孔前方に虚像が表示された状況を視認させることができ
る画像表示装置であって、

前記走査手段から前記瞳孔入射手段へ至る経路のうち、利用者における瞳孔の
位置と光学的に共役な位置に配設され、前記走査手段により走査される光束の走
査中心角を変更可能であって、該走査中心角が変更された光束を前記瞳孔入射手
段へ入射させる中心角変更手段を備えている

ことを特徴とする画像表示装置。

【請求項2】 前記中心角変更手段は、前記走査手段と一体に構成されている
ことを特徴とする請求項1に記載の画像表示装置。

【請求項3】 利用者における左右の瞳孔それぞれに対応する前記走査手段、
前記瞳孔入射手段および前記中心角変更手段を備えた画像表示装置であって、

外部からの指令を受けて、虚像を表示すべき瞳孔前方における位置である表示
位置を設定する表示位置設定手段と、

それぞれ前記瞳孔入射手段により瞳孔へ入射される光束における走査中心を該
光束の入射方向と反対へ延長した場合の両延長線が、前記表示位置設定手段によ
り設定された表示位置で交差するように、前記中心角変更手段それぞれを制御す
る中心角変更制御手段と、を備えている

ことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の画像表示装置。

【請求項4】 利用者における左右の視線を検出する視線検出手段を備え、
前記表示位置設定手段は、前記視線検出手段により検出された左右の視線が交

差する位置を前記表示位置として設定する

ことを特徴とする請求項3に記載の画像表示装置。

【請求項5】 前記表示位置設定手段は、利用者の操作を受けて、前記表示位置を任意に設定できるように構成されている

ことを特徴とする請求項3に記載の画像表示装置。

【請求項6】 前記光束生成手段により出力された光束の波面曲率を変更して前記走査手段へ入射させることができる波面曲率変更手段と、

該波面曲率変更手段に対して、利用者における瞳孔の位置から前記表示位置設定手段により設定された表示位置までの距離に応じた波面曲率への変更を指令する曲率変更指令手段と、を備えている

ことを特徴とする請求項3から請求項5のいずれかに記載の画像表示装置。

【請求項7】 前記光束生成手段により出力された光束の波面曲率を変更して前記走査手段へ入射させることができる波面曲率変更手段と、

該波面曲率変更手段を、利用者における瞳孔の位置から前記視線検出手段により検出された左右の視線が交差する位置までの距離に応じた波面曲率となるように制御する曲率変更制御手段と、を備えている

ことを特徴とする請求項4に記載の画像表示装置。

【請求項8】 画像に対応した光束を生成して出力する光束生成手段と、

該光束生成手段により出力された光束を画像として投影可能な状態に走査する走査手段と、

該走査手段により走査された光束を利用者の瞳孔へ入射させる瞳孔入射手段と

前記走査手段から前記瞳孔入射手段へ至る経路のうち、利用者の位置と光学的に共役な位置に配設され、前記走査手段から出力される光束が前記瞳孔入射手段に入射する際の走査中心角を変更可能な中心角変更手段と、が利用者における左右の瞳孔それぞれに対応して備えられ、

前記瞳孔入射手段により瞳孔へ入射された光束が網膜上に画像を投影することによって、利用者の瞳孔前方に虚像が表示された状況を視認させることができる画像表示装置を制御するための各種手順を、コンピュータシステムに実行させる

ための画像表示プログラムであって、

外部からの指令を受けて、虚像を表示すべき瞳孔前方における位置である表示位置を設定する表示位置設定手順と、

それぞれ前記瞳孔入射手段により瞳孔へ入射される光束における走査中心を該光束の出力方向と反対へ延長した場合の両延長線が、前記表示位置設定手順において設定された表示位置で交差するように、前記中心角変更手段それぞれを制御する中心角変更制御手順と、が含まれている

ことを特徴とする画像表示プログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、瞳孔へ入射した光束により網膜上に画像を投影することによって、利用者の瞳孔前方に虚像が表示された状況を観認させることができる画像表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、瞳孔へ入射した光束により網膜上に画像を投影することによって、利用者の瞳孔前方に虚像が表示された状況を観認させることができる画像表示装置、いわゆる網膜走査ディスプレイが種々提案されている。

【0003】

具体的な例としては、例えば、強度変調可能な光源、光束の波面曲率を変調する波面曲率変調手段、光束の伝搬方向を偏向する光束偏向手段、構成要素間に光束が伝搬可能とするための光路要素、および、光束を利用者（観察者）の瞳孔に入射するための光学系を備えた画像表示装置が挙げられる（特許文献1参照）。この画像表示装置では、光源から出力された光束が、光束偏向手段により画像として投影可能な状態に走査された後、光路要素および光学系経由で利用者の瞳孔へ入射される。

【0004】

これによって、利用者は瞳孔前方に虚像が表示された状況を観認できるよう

なるが、この虚像は、瞳孔へ入射される光束の走査中心を光束の入射方向と反対に延長した方角に表示される。そのため、光束における走査中心の入射角（以降、走査中心角とする）を変更すれば、走査中心角に応じて虚像が表示される方角、つまり、虚像の表示領域を変更できることになる。虚像の表示領域を変更できれば、例えば、表示すべき虚像の内容や、画像表示装置の利用状況に応じて虚像の表示領域を変更する、といったことができる。

【0005】

このように虚像の表示領域を変更できるようにするためにには、以下に示すような構成が考えられる。例えば、図12（a）に示すように、光束を利用者の瞳孔Eに入射するための光学系200を、光束偏向手段（図示せず）により走査された光束を中継するリレー光学系210、リレー光学系210により中継された光束を利用者の瞳孔Eへ向けて反射させるミラー220などが備えられ、ミラー220の角度を変更することによって、ミラー220を反射して瞳孔Eへ入射する光束における走査中心角を変更する、といった構成である。このような構成を採用すれば、ミラー220の角度を変更することで、この角度と共に走査中心角が変更され、走査中心角に応じた方角の領域に虚像を表示させることができる。

【0006】

【特許文献1】

特許第2874208号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上述の構成においては、ミラー220の角度を変更することにより、光束がミラー220で反射する際の反射角 θ_m が変わり（ $\theta_m1 \rightarrow \theta_m2$ ）、光束の走査中心角が変更されるだけでなく、光束が収束する位置（以降、収束位置とする）pもズレてしまう（p1 → p2）。そのため、ミラー220の角度が大きく変更されてしまうと、光束の収束位置pが瞳孔Eから外れてしまい、これによって、瞳孔Eへ入射された光束の一部のみが網膜上で画像を投影して利用者が虚像を正確に観認できなくなったり、虚像そのものを観認できなくなる恐れがある。そのため、虚像を正確に観認できるようにするために、光束の収束位置p

が瞳孔から外れない範囲でしかミラー220の角度、つまり、虚像の表示領域を変更することができないことになる。

【0008】

この問題を解決するためには、図12（b）に示すように、ミラー220の角度を変更することに伴って、光束の収束位置pがズレないようにミラー220自身の位置を変位させるような変位機構300を設ければよいが、このような変位機構300を設けることは、画像表示装置の部品点数が増加して製造コストが大幅に増加するだけでなく、画像表示装置そのものが大型化してしまうため好ましくない。

【0009】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、その目的は、利用者の瞳孔前方に虚像が表示された状況を観認させることができる画像表示装置において、簡単な構成で虚像の表示領域を自由に変更することができる技術を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段および発明の効果】

上記課題を解決するため請求項1に記載の画像表示装置は、光束生成手段、走査手段、瞳孔入射手段を備え、瞳孔入射手段により瞳孔へ入射された光束が網膜上に画像を投影することによって、利用者の瞳孔前方に虚像が表示された状況を観認させることができる画像表示装置である。この画像表示装置では、まず、光束生成手段が、画像に対応した光束を生成して出力する。続いて、走査手段が、光束生成手段により出力された光束を画像として投影可能な状態に走査する。そして、瞳孔入射手段が、走査手段により走査された光束を利用者の瞳孔へ入射させる。さらに、この画像表示装置において、走査手段から瞳孔出力手段へ至る経路のうち、利用者における瞳孔の位置と光学的に共役な位置には、走査手段により走査される光束の走査中心角を変更可能な中心角変更手段が配設されており、この中心角変更手段によって、走査手段により走査された光束は走査中心角を変更してから瞳孔入射手段へ入射させることができる。

【0011】

このように構成された画像表示装置によれば、中心角変更手段によって、走査手段により走査される光束が瞳孔入射手段に入射する際の走査中心角を変更することができる。ここで、中心角変更手段は、利用者における瞳孔の位置（瞳孔に対応する位置）と光学的に共役な位置に配設されているため、走査手段から瞳孔入射手段を経て瞳孔へ入射する光束は、走査中心角が変更されても一定の位置（以降、収束位置とする）に収束することになる。そのため、虚像の表示領域を大きく変更したとしても、収束位置が瞳孔に対応する位置からズレてしまう恐れがなく、利用者が虚像を正確に視認できなくなったり、虚像そのものを視認できなくなってしまうことがない。そのため、瞳孔前方に配設されたミラーの角度で虚像の表示領域を変更する構成（図12（a）参照）と比べて、虚像の表示領域を自由に変更することができる。

【0012】

さらに、中心角変更手段により光束の走査中心角を変更するだけで、虚像を正確に視認できなくなったり、虚像そのものを視認できなくなったりすることなく、虚像の表示領域を変更できるため、瞳孔前方に配設されたミラーの角度および位置で虚像の表示領域を変更する構成（図12（b）参照）と比べて、簡単な構成で虚像の表示領域を変更することができる。

【0013】

なお、上述の走査手段は、光束生成手段により出力された光束を画像として投影可能な状態に走査する手段である。具体的な構成としては、例えば、光束を第1の方向に走査する第1走査部、第1走査部により走査された光束を第1の方向と交差する第2の方向に走査する第2走査部、および、第1走査部から第2走査部へ光束を導くリレー光学系を、第1走査部と第2走査部とが光学的に共役な位置関係となるように構成したものを採用することができる。また、上述した第1、第2走査部を一体に構成したものを採用することもできる。

【0014】

また、瞳孔入射手段は、走査手段により走査された光束を利用者の瞳孔へ入射させる手段である。具体的な構成としては、例えば、瞳孔前方に配設されるミラー、および、走査手段により走査された光束をミラーへ導くリレー光学系を、走

査手段（から瞳孔入射手段へ向かう光束の出発位置）と利用者における瞳孔の位置（瞳孔に対応する位置）とが光学的に共役な位置関係となるように構成したものを採用することができる。また、走査手段により走査された光束が直接利用者の瞳孔へ入射されるように構成してもよく、この場合、走査手段が瞳孔入射手段として機能していることになる。

【0015】

また、中心角変更手段は、走査手段により走査される光束の走査中心角を変更可能であって、この変更した光束を瞳孔入射手段へ入射させる手段である。具体的な構成としては、例えば、利用者における瞳孔の位置（瞳孔に対応する位置）と光学的に共役な位置に配設されたミラー、および、走査手段により走査された光束をミラーへ導くリレー光学系を、走査手段（から瞳孔入射手段または中心角変更手段へ向かう光束の出発位置）とミラーとが光学的に共役な位置関係となるように構成したものを採用することができる。

【0016】

また、中心角変更手段は、請求項2に記載のように、走査手段と一体に構成したものを探用することもできる。

このように構成された画像表示装置によれば、中心角変更手段と走査手段とを一体に構成することにより、画像表示装置そのものを小さくすることができる。

【0017】

なお、この構成における中心角変更手段は、走査手段が上述のように第1、第2走査部およびリレー部からなる場合には、第1、第2走査部のいずれか一方または両方と一体に構成すればよい。また、走査手段が上述のように第1、第2走査部が一体に構成されている場合には、この走査手段と一体に構成すればよい。

【0018】

また、請求項3に記載の画像表示装置は、利用者における左右の瞳孔それぞれに対応する走査手段、瞳孔入射手段および中心角変更手段を備えた画像表示装置である。また、この画像表示装置は、外部からの指令を受けて、虚像を表示すべき瞳孔前方における表示位置を設定する表示位置設定手段と、中心角変更手段それぞれを制御する中心角変更制御手段と、それぞれ瞳孔入射手段によ

り瞳孔へ入射される光束における走査中心を光束の入射方向と反対へ延長した場合の両延長線が、表示位置設定手段により設定された表示位置で交差するよう、中心角変更手段それぞれを制御する中心角変更制御手段と、を備えている。

【0019】

このように構成された画像表示装置によれば、中心角変更制御手段によって中心角変更手段それぞれが制御される。このとき、中心角変更手段は、それぞれの瞳孔入射手段により瞳孔へ入射される光束における走査中心を光束の入射方向と反対へ延長した場合の両延長線が、表示位置設定手段により設定された表示位置で交差するように走査中心角を変更する。そのため、表示位置設定手段により設定された表示位置が輻輳位置（輻輳点）となるように、つまり、設定された表示位置に虚像が表示されるように（表示されたことを認識できるように）、瞳孔出力手段それぞれに入射する光束の走査中心角を変更することができる。

【0020】

なお、上述の「虚像を表示すべき瞳孔前方における位置」とは、瞳孔から所定の距離だけ離れた位置である。

また、この構成における表示位置設定手段は、外部からの指令を受けて表示位置を設定する手段である。具体的な構成としては、例えば、画像表示装置が利用者における左右の視線を検出する視線検出手段を備えている場合、請求項4に記載のように、表示位置設定手段を、視線検出手段により検出された左右の視線が交差する位置を表示位置として設定する、ように構成することが考えられる。

【0021】

このように構成された画像表示装置によれば、視線検出手段により検出された左右の視線が交差する位置、つまり、利用者による実際の輻輳位置を、虚像を表示すべき表示位置として設定し、この表示位置に虚像が表示されるように（表示されたと認識できるように）、瞳孔入射手段それぞれに入射する光束の走査中心角を変更することができる。

【0022】

また、上述した表示位置設定手段の別の構成としては、請求項5に記載のように、利用者の操作を受けて、表示位置を任意に設定できるように構成することが

考えられる。

このように構成された画像表示装置によれば、利用者が、虚像を表示すべき瞳孔前方における表示位置を任意に設定でき、こうして設定した表示位置に虚像が表示されるように（表示されたと認識できるように）、瞳孔入射手段それぞれに入射する光束の走査中心角を変更することができる。

【0023】

なお、この構成において、利用者の操作により表示位置を設定させるためには、例えば、複数種類の表示位置を指定可能なスイッチ類（例えば、ボタン、スライドスイッチ、ダイヤルなど）や、表示位置を数値（瞳孔からの距離）で入力可能な入力キーなどを設けるといった構成を考えることができる。

【0024】

また、請求項6に記載の画像表示装置は、光束生成手段により出力された光束の波面曲率を変更して走査手段へ入射させる波面曲率変更手段と、波面曲率変更手段に対して、利用者における瞳孔の位置から表示位置設定手段により設定された表示位置までの距離に応じた曲率半径への変更を指令する曲率変更指令手段と、を備えている。

【0025】

このように構成された画像表示装置によれば、曲率変更指令手段の指令を受けた曲率変更手段によって、光束の波面曲率を、利用者における瞳孔の位置（瞳孔に対応する位置）から表示位置設定手段により設定された表示位置までの距離に応じた波面曲率へ変更することができる。ここで、波面曲率の逆数で示される曲率半径は、その値が小さくなるほど光束に基づく画像の焦点が近い位置に存在しているように認識されるようになり、また、表示位置設定手段により設定された表示位置は、虚像が表示される位置（表示されたと視認できる位置）である。そのため、光束の曲率半径が、利用者における瞳孔の位置から表示位置までの距離に応じた（距離と一致する）曲率半径となるような波面曲率へ変更すれば、光束に基づく画像における焦点の位置と、虚像の表示される表示位置とが一致するため、光束における焦点の位置と虚像の表示位置とがズレてしまうことに起因する違和感を利用者に与えてしまうことを防止できる。

【0026】

特に、画像表示装置の備える表示位置設定手段が、上述のように利用者の操作を受けて表示位置を任意に設定できるように構成されている場合には、利用者が自身の視力に応じて焦点の合う表示位置に虚像を表示させることができる。

また、請求項7に記載の画像表示装置は、光束生成手段により出力された光束の波面曲率を変更して走査手段へ入射させる波面曲率変更手段と、波面曲率変更手段を、利用者における瞳孔の位置から視線検出手段により検出された左右の視線が交差する位置までの距離に応じた曲率半径となるように制御する曲率変更制御手段と、を備えている。

【0027】

このように構成された画像表示装置によれば、曲率変更制御手段により制御される波面曲率変更手段によって、光束の波面曲率を、利用者における瞳孔の位置（瞳孔に対応する位置）から視線検出手段により検出された左右の視線が交差する位置までの距離に応じた波面曲率へ変更することができる。ここで、波面曲率の逆数で示される曲率半径は、その値が小さくなるほど光束に基づく画像の焦点が近い位置に存在しているように認識されるようになり、また、視線検出手段により検出された左右の視線が交差する位置は、利用者による実際の輻輳位置である。そのため、光束の曲率半径が、利用者における瞳孔の位置から視線検出手段により検出された左右の視線が交差する位置までの距離に応じた（距離と一致する）曲率半径となるような波面曲率へ変更すれば、光束に基づく画像における焦点の位置と利用者による実際の輻輳位置とが一致するため、光束における焦点の位置と輻輳位置とがズレてしまうことに起因する違和感を利用者に与えることなく、利用者が焦点を合わせた位置に虚像を表示することができる。

【0028】

なお、上述した波面曲率変更手段は、光束の波面曲率を変更して走査手段へ入射させる手段である。具体的な構成としては、例えば、光束生成手段から出力された光束を収束するレンズと、このレンズにより収束された光束を再度レンズを通して走査手段へ向けて反射させるミラーと、レンズおよびミラーの間隔を変更することにより光束の波面曲率を変更する間隔変位機構とからなる構成を考える

ことができる。

【0029】

また、請求項8に記載の画像表示プログラムは、画像に対応した光束を生成して出力する光束生成手段と、光束生成手段により出力された光束を画像として投影可能な状態に走査する走査手段と、走査手段により走査された光束を利用者の瞳孔へ入射させる瞳孔入射手段と、走査手段から瞳孔入射手段へ至る経路のうち、利用者における瞳孔の位置と光学的に共役な位置に配設され、走査手段から入射される光束が瞳孔入射手段に入射する際の走査中心角を変更可能な中心角変更手段と、が利用者における左右の瞳孔それぞれに対応して備えられ、瞳孔入射手段により瞳孔へ入射された光束が網膜上に画像を投影することによって、利用者の瞳孔前方に虚像が表示された状況を観認させることができる画像表示装置を制御するための各種手順を、コンピュータシステムに実行させるための画像表示プログラムである。そして、この画像表示プログラムには、外部からの指令を受けて、虚像を表示すべき瞳孔前方における位置である表示位置を設定する表示位置設定手順と、それぞれ瞳孔入射手段により瞳孔へ入射される光束における走査中心を光束の入射方向と反対へ延長した場合の両延長線が、表示位置設定手順において設定された表示位置で交差するように、中心角変更手段それぞれを制御する中心角変更制御手順と、が含まれている。

【0030】

このような画像表示プログラムにより制御されるコンピュータシステムは、請求項3に記載の画像表示装置の一部を構成できるため、このコンピュータシステムを一部構成とした画像表示装置は、請求項3に記載の画像表示装置と同様の作用・効果を得ることができる。

【0031】

また、この画像表示プログラムを、請求項4に記載の視線検出手段と同様に視線を検出手順が含まれており、表示位置設定手順では、表示位置設定手段と同様に表示位置を設定するようなプログラムとしてもよい。この場合、コンピュータシステムが、請求項4に記載の画像表示装置の一部を構成できるため、このコンピュータシステムを一部構成とした画像表示装置は、請求項4に記

載の画像表示装置と同様の作用・効果を得ることができる。

【0032】

また、請求項8に記載の画像表示プログラムを、表示位置設定手順では、請求項5に記載の表示位置設定手順と同様に表示位置を設定させるプログラムとしてもよい。この場合、コンピュータシステムが、請求項5に記載の画像表示装置の一部を構成できるため、このコンピュータシステムを一部構成とした画像表示装置は、請求項5に記載の画像表示装置と同様の作用・効果を得ることができる。

【0033】

また、請求項8に記載の画像表示装置が、光束生成手段により出力された光束の波面曲率を変更して走査手段へ入射させる波面曲率変更手段を備えている場合には、画像表示プログラムを、請求項6に記載の曲率変更指令手段と同様に曲率半径の変更を指令する曲率変更指令手順が含まれたプログラムとしてもよい。この場合、コンピュータシステムが、請求項6に記載の画像表示装置の一部を構成できるため、このコンピュータシステムを一部構成とした画像表示装置は、請求項6に記載の画像表示装置と同様の作用・効果を得ることができる。

【0034】

また、請求項8に記載の画像表示装置が、光束生成手段により出力された光束の波面曲率を変更して走査手段へ入射させる波面曲率変更手段を備えている場合には、画像表示プログラムを、請求項7に記載の曲率変更制御手段と同様に波面曲率変更手段を制御する曲率変更制御手順が含まれたプログラムとしてもよい。この場合、コンピュータシステムが、請求項7に記載の画像表示装置の一部を構成できるため、このコンピュータシステムを一部構成とした画像表示装置は、請求項7に記載の画像表示装置と同様の作用・効果を得ることができる。

【0035】

なお、上述した画像表示プログラムは、例えば、FD, CD-ROM, メモリーカードなどの記録媒体や、インターネットなどの通信回線網を介して、画像表示装置自身、コンピュータシステム、または、これらを利用する利用者に提供されるものである。また、これらの画像表示プログラムを実行するコンピュータシステムとしては、例えば、画像表示装置に内蔵されたコンピュータシステム、画

像表示装置に無線または有線の通信路を介してデータ通信可能に接続されたコンピュータシステムなどを利用することができる。

【0036】

【発明の実施の形態】

次に本発明の実施の形態について例を挙げて説明する。

【第1実施形態】

画像表示装置1は、図1に示すように、利用者の瞳孔E（左目の瞳孔：EL、右目の瞳孔：ER）へ入射した光束が網膜上に画像を投影することによって、利用者の瞳孔E前方に虚像が表示された状況を観認させることができる装置であって、いわゆる網膜走査ディスプレイと呼ばれるものである。

【0037】

この画像表示装置1は、画像に対応した光束を生成して出力する（光束を発生させる）光束生成部10、光束生成部10から光ファイバー20を介して出力される光束を平行な光束（平行光）とするコリメート光学部30、コリメート光学部30により平行光とされた光束の波面曲率を変更可能な曲率変更部40、曲率変更部40から向かってきた光束を画像として投影可能な状態に走査する走査部50、走査部50により走査された光束の走査中心角を変更可能な中心角変更部60、中心角変更部60から向かってきた光束を利用者の瞳孔Eに向けて入射させる瞳孔入射部70、各種操作用の操作パネル80、画像表示装置1全体の動作を制御する制御部90などを備えている。なお、光束生成部10、光ファイバー20、コリメート光学部30、曲率変更部40、走査部50、中心角変更部60および瞳孔入射部70は、左右の瞳孔Eそれぞれに対して設けられている。

【0038】

光束生成部10は、青色の光束を発生させるBレーザ11、Bレーザ11を駆動するBレーザドライバ12、緑色の光束を発生させるGレーザ13、Gレーザ13を駆動するGレーザドライバ14、赤色の光束を発生させるRレーザ15、Rレーザ15を駆動するRレーザドライバ16、各レーザから発生された光束を合成するダイクロックミラー17、ダイクロックミラー17により合成された光束を光ファイバー20へ導く結合光学系18などからなる。この光束生成部10

は、後述する画像表示処理（図5）において制御部90から出力される色信号に基づいて、各レーザドライバにより各レーザを駆動することによって、画像に対応する光束を生成して光ファイバー20へ出力する。

【0039】

曲率変更部40は、図2に示すように、外部から入射された光束を反射または透過させるビームスプリッタ41、ビームスプリッタ41を介して入射された光束を収束させる凸レンズ42、凸レンズ42により収束された光束を反射させるミラー43、ミラー43を凸レンズ42に接近または凸レンズ42から離れる方向に変位させるアクチュエータ44、制御部90からの指令を受けてアクチュエータ44を駆動する曲率駆動回路45などからなる。この曲率変更部40では、コリメート光学部30から入射された光束が、ビームスプリッタ41で反射され、凸レンズ42を通った後、ミラー43で反射される。そして、再度、凸レンズ42を通った後、ビームスプリッタ41を透過して走査部50へ向かう。

【0040】

この曲率変更部40は、アクチュエータ44で凸レンズ42とミラー43との間隔 d_c を変更することによって、コリメート光学部30から入射して走査部50へ向かう光束の波面曲率を変更することができる。ここで、ミラー43と凸レンズ42の間隔 d_c があらかじめ定められた初期値 d_{c0} のとき、コリメート光学部30から入射された光束は、ミラー43の反射面で収束および反射する。この反射した光束は、凸レンズ42を経てコリメート光学部30から入射されたときと同じ波面曲率の平行光 L_1 として走査部50へ向かう（図2（a）参照）。また、間隔 d_c が初期値 d_{c0} より近い距離 d_{c1} に変位されているとき、コリメート光学部30から入射された光束は、ミラー43の反射面で収束する前に反射する。この反射した光束は、ミラー43から所定の距離（ $d_{c0} - d_{c1}$ ）だけ進んだ位置で収束した後、コリメート光学部30から入射されたときよりも拡散した波面曲率の大きな、つまり、曲率半径の小さな拡散光 L_2 となり、凸レンズ42を経て走査部50へ向かう（図2（b）参照）。このように、曲率変更部40から走査部50へ向かう光束は、ミラー43と凸レンズ42の間隔 d_c が狭くなるほど曲率半径が小さくなる。本実施形態においては、ミラー43と凸レン

ズ42の間隔d_cを4mmを初期値として、そこから30μm狭めていく間に、光束の曲率半径を無限大（平行光のとき）から0.3mまで変更することができるよう構成されている。波面曲率の逆数で示される曲率半径は、その値が小さくなるほど光束に基づく画像（虚像）の焦点が近い位置に存在しているように認識されるようになるため、アクチュエータ44により間隔d_cを狭くするほど、光束に基づく画像における焦点の位置を近い位置とすることができます。

【0041】

走査部50は、図1に示すように、曲率変更部40から入射された光束を画像として投影可能な状態に走査するものであって、曲率変更部40から入射された光束を水平方向に走査するポリゴンミラー51、ポリゴンミラー51を回転駆動する水平走査用モータ52、制御部90からの指令を受けて水平走査用モータ52を駆動する水平駆動回路53、ポリゴンミラー51により走査された光束を垂直方向に走査して出力するガルバノミラー54、ガルバノミラー54を駆動する垂直走査用アクチュエータ（以降、垂直走査用ACTとする）55、制御部90からの指令を受けて垂直走査用ACT55を駆動する垂直駆動回路56、ポリゴンミラー51とガルバノミラー54との間で光束を中継する第1リレー光学系57などからなる。これらのうち、第1リレー光学系57は、ポリゴンミラー51において曲率変更部40から入射された光束が入射する位置とガルバノミラー54の反射面における中心位置とが光学的に共役な位置関係となるように配設された光学系である。この走査部50では、曲率変更部40から入射された光束が、ポリゴンミラー51で水平方向に走査され、ガルバノミラー54で垂直方向に走査された後、中心角変更部60へ向かう。

【0042】

中心角変更部60は、図3に示すように、走査部50から入射された光束を反射する中心角変更用ミラー61、中心角変更用ミラー61の反射面を傾けることにより反射面で反射した光束が向かう方向の角度（反射角）を垂直方向（図3における上下方向）に変更する垂直変更機構62、制御部90からの指令を受けて垂直変更機構62を駆動する垂直駆動回路64、中心角変更用ミラー61の反射面を傾けることにより反射面で反射した光束が向かう方向の角度（反射角）を水

平方向（図3における左右方向）に変更する水平変更機構66、制御部90からの指令を受けて水平変更機構66を駆動する水平駆動回路67、走査部50のガルバノミラー54と中心角変更用ミラー61との間で光束を中継する第2リレー光学系68などからなる。これらのうち、第2リレー光学系68は、中心角変更用ミラー61の反射面における中心位置と、走査部50のガルバノミラー54における中心位置とが光学的に共役な位置関係となるように配設された光学系である。また、垂直変更機構62は、中心角変更用ミラー61の反射面を傾けるための傾斜機構62a、傾斜機構62aを作動させるモータ62b、および、モータ62bの回転量を検出するエンコーダ62cなどからなる。水平変更機構66は、中心角変更用ミラー61の反射面を傾けるための傾斜機構66a、傾斜機構66aを作動させるモータ66b、および、モータ66bの回転量を検出するエンコーダ66cなどからなる。また、垂直駆動回路64、水平駆動回路67は、制御部90から指令された回転量と、各変更機構62、66のエンコーダ62c、66cにより検出された回転量とが一致するまでモータ62b、66bを駆動するように構成されている。また、水平変更機構66は、中心角変更用ミラー61と共に垂直変更機構62が固定された固定板69を傾けることによって、中心角変更用ミラー61の反射面を傾けるように構成されている。この中心角変更部60では、走査部50から入射された光束が、中心角変更用ミラー61で反射することにより瞳孔入射部70へ向かう。

【0043】

この中心角変更部60は、中心角変更用ミラー61の反射面を傾けることによって、この反射面で反射した光束が瞳孔入射部70へ入射される際の入射角を変更することができる。ここで、図4に示すように、中心角変更用ミラー61の反射面が初期状態として定められた傾きとなっている状態のとき（図4（a）参照）、反射面で反射する光束の走査中心c0が瞳孔入射部70へ向かう際の方向を基準として、この初期状態から、中心角変更用ミラー61を、水平変更機構66により反射面が所定の角度 $\Delta\alpha$ （または $-\Delta\alpha$ ）だけ回転するように傾けると、反射面で反射した光束の走査中心c1が瞳孔入射部70へ向かう方向は、基準に対して角度 $2\Delta\alpha$ （または $-2\Delta\alpha$ ）だけ反射面の回転方向にズレる（図4（b）

) 参照)。また、初期状態から、中心角変更用ミラー61を、垂直変更機構62により反射面が所定の角度だけ回転するように傾けた場合も同様に、反射面で反射した光束の走査中心が向かう方向は、基準に対して反射面の回転方向にズレる。このように、中心角変更部60では、中心角変更用ミラー61の反射面を傾けることによって、この反射面で反射する光束における走査中心の角度、つまり、走査中心角を変更することができる。

【0044】

瞳孔入射部70は、瞳孔E前方に配設されるハーフミラー72、中心角変更部60から入射された光束をハーフミラー72へ導く第3リレー光学系74などからなる。これらのうち、第3リレー光学系74は、中心角変更部60における中心角変更用ミラー61の中心位置と、利用者における瞳孔Eの位置（瞳孔Eに対応する位置）とが光学的に共役な位置関係となるように配設された光学系である。この瞳孔入射部70では、中心角変更部60から入射された光束が、ハーフミラー72で反射することにより、利用者の瞳孔Eへ入射する。こうして瞳孔Eへ入射する光束の走査中心角は、上述した初期状態の角度 α_0 から、中心角変更部60における中心角変更用ミラー61の傾き具合に応じた角度（ $\alpha_0 \pm 2\Delta\alpha$ ）に変化する（図4参照）。

【0045】

操作パネル80は、画像表示装置1を起動・停止させるための電源スイッチ、後述する画像表示処理（図5）において虚像の表示位置を指定するための位置指定スイッチなどからなる。これらのうち、位置指定スイッチは、画像表示処理（図5）において虚像を表示すべき（虚像が表示されたと認識させるべき）瞳孔前方における表示位置を指定するためのスイッチであって、奥行き方向（z軸方向）の表示位置、左右方向（x軸方向）の表示位置および上下方向（y軸方向）の表示位置をそれぞれ指定することができる。本実施形態においては、左目の眼球における回転中心を原点として、奥行き方向へ0.5mから無限遠（10m）まで0.1m刻みで指定でき、奥行き方向をz0とした場合に、左右方向へは±（z0/2）まで（z0/100）m刻み、上下方向へも±（z0/2）まで（z0/100）m刻みで指定できるように構成されている。

○制御部90による画像表示処理

以下に、制御部90が実行する画像表示処理の処理手順を図5に基づいて説明する。この画像表示処理は、操作パネル80の電源スイッチにより画像表示装置1が起動された以降、停止されるまで繰り返し実行される。

【0046】

まず、初期化処理を行う(s110)。ここでは、まず、曲率変更部40における曲率駆動回路45でアクチュエータ44を作動させることにより、凸レンズ42-ミラー43間の間隔dcを初期値dc0とする(図2参照)。

また、このs110の処理では、中心角変更部60における各駆動回路64, 67で各変更機構62, 66を作動させることにより、瞳孔入射部70から利用者の瞳孔Eへ入射される光束の走査中心角が初期値としてあらかじめ定められた角度となるように、中心角変更部60における中心角変更用ミラー61の傾きを初期化(変更)する(図4参照)。なお、図6に示すように、利用者における左目の眼球における回転中心を原点とした場合、x-z平面、つまり、水平方向における走査中心角は、左目においては原点-輻輳点(x0, z0)を結ぶ直線とz軸との成す角度 α_{HL1} であり、右目においては右の眼球における回転中心からz軸と平行に延びる直線と回転中心-輻輳点とを結ぶ直線との成す角度 α_{HR1} である。また、y-z平面、つまり、垂直方向における走査中心角は、原点-輻輳点(y0, z0)を結ぶ直線とy軸との成す角度 α_{V1} である。ここでは、中心角変更部60における中心角変更用ミラー61の傾きを、上述の走査中心角 α_{HL} , α_{HR} , α_V が初期値として定められた角度 α_{HL0} , α_{HR0} , 0となるように変更する。

【0047】

さらに、このs110の処理では、変数P1, P2, P3, P4を初期化する。まず、P1には1をセット(0→P1)し、P2には α_{HL0} をセット($\alpha_{HL0} \rightarrow$ P2)して、P3には α_{HR0} をセット($\alpha_{HR0} \rightarrow$ P3)して、そして、P4には0をセット(0→P4)する。なお、以降に記載の「p1, p2, p3, p4」は、変数P1, P2, P3, P4にそれぞれセットされた値を示すものとする。

【0048】

次に、外部から映像信号の入力が開始されるまで待機する (s120: NO)

この s120 の処理で映像信号の入力が開始されたら (s120: YES) 、
ポリゴンミラー 51 およびガルバノミラー 54 の動作を開始させる (s130)
。この処理では、水平駆動回路 53 で水平走査用モータ 52 を作動させることによりポリゴンミラー 51 の動作を開始させると共に、垂直駆動回路 56 で垂直走査用 ACT 55 を作動させることによりガルバノミラー 54 の動作を開始させる

【0049】

次に、s130 の処理で入力が開始された映像信号で示される画像に基づく各種色信号（青色、緑色、赤色）の生成を開始すると共に、この色信号の各光束生成部 10 への出力を開始する (s140)。この色信号を入力した光束生成部 10 では、色信号に基づいて各レーザドライバが各レーザを駆動し、これにより各レーザから発生された光束が、ダイクロックミラー 17 により合成された後、結合光学系 18 を経て光ファイバー 20 へ出力される。

【0050】

次に、操作パネル 80 の位置指定スイッチにより指定されている表示位置を読み出す (s150)。この処理では、位置指定スイッチにより指定された奥行き方向、左右方向および上下方向の表示位置を示す値それが読み出される。

次に、s150 の処理で読み出された表示位置に基づいて、利用者の瞳孔へ入射させる光束の曲率半径を決定する (s160)。この処理では、s150 の処理で読み出された表示位置のうち、奥行き方向の表示位置を示す値が曲率半径として決定される。

【0051】

次に、曲率変更部 40 における凸レンズ 42-ミラー 43 間の間隔 d_c として、利用者の瞳孔 E へ入射される光束の曲率半径が s160 の処理で決定された曲率半径となるような間隔 d_{c1} を決定する (s170)。制御部 90 には、内蔵するメモリ内に、ミラー 43-凸レンズ 42 間の間隔 d_c と、複数種類の間隔 d_c それぞれに対して曲率変更部 40 から出力される光束の曲率半径との対応関係

を特定可能なデータ（データテーブルまたは演算式）が記録されており、このデータに基づいて、利用者の瞳孔Eへ入射される光束の曲率半径がs160の処理で決定された曲率半径となるような間隔d_{c1}を決定する。そして、この間隔d_{c1}を示す値を変数P1にセット（d_{c1}→P1）する。

【0052】

次に、曲率変更部40における凸レンズ42-ミラー43間の間隔d_cを、s170の処理で決定された間隔d_{c1}に変更する（s180）。この処理では、曲率変更部40における曲率駆動回路45でアクチュエータ44を作動させることにより、凸レンズ42-ミラー43間の間隔d_cを、s170の処理で決定された間隔d_{c1}に変更させる。このs180の処理以降、曲率変更部40から出力される光束は、s160の処理で決定された曲率半径の光束となり、この光束が、走査部50、中心角変更部60および瞳孔入射部70を経て利用者の瞳孔Eへ入射された際には、この光束に基づく画像（虚像）を、瞳孔からs160の処理で決定された曲率半径に相当する距離だけ前方に焦点が存在している虚像として認識させることができるようになる。

【0053】

次に、s150の処理で読み出された表示位置に基づいて、利用者の瞳孔Eへ入射させる光束の走査中心角を決定する（s190）。この処理では、利用者における左の眼球における回転中心を原点とした場合に、s150の処理で読み出された表示位置のうち奥行き方向の値z0、左右方向の値x0および上下方向の値y0で示される座標（x0, y0, z0）を輻輳点として、まず、図6（a）に示すように、x-z平面、つまり、水平方向における走査中心角を算出して決定する。左目の瞳孔E_Lへ入射させるべき光束の水平方向における走査中心角 α_{HL1} は、原点-輻輳点を結ぶ直線とz軸との成す角度であって、輻輳点がz軸上に存在している場合（0, y0, z）を $\alpha_{HL1} = 0$ とすると、「 $\alpha_{HL1} = \tan^{-1}(x0/z0)$ 」で示す式により算出される。また、右目の瞳孔E_Rへ入射させるべき光束の走査中心角 α_{HR1} は、右の眼球における回転中心からz軸と平行に延びる直線と、右目の瞳孔E_R-輻輳点とを結ぶ直線との成す角度であって、両瞳孔E（両眼球の回転中心）間の間隔をd_eとし、輻輳点がz軸と平行に延びる

直線上に存在している場合 (d_e, y_0, z) を $\alpha_{HR1} = 0$ とすると、「 $\alpha_{HR1} = \tan^{-1}((x_0 - d_e) / z_0)$ 」で示す式により算出される。そして、図6 (b) に示すように、 $y - z$ 平面、つまり、垂直方向における走査中心角を算出して決定する。瞳孔Eへ入射させるべき光束の垂直方向における走査中心角 α_V は、原点-輻輳点を結ぶ直線と y 軸との成す角度であって、輻輳点が y 軸上に存在している場合 ($x_0, 0, z$) を $\alpha_{V1} = 0$ とすると、「 $\alpha_{V1} = \tan^{-1}(y_0 / z_0)$ 」で示す式により算出される。

【0054】

次に、中心角変更部60における中心角変更用ミラー61の傾きとして、瞳孔入射部70から利用者の瞳孔Eへ入射される光束の走査中心角が、s190の処理で決定された走査中心角となるような傾き量を決定する (s200)。この処理では、まず、左の瞳孔ELに対応する中心角変更部60において、瞳孔入射部70から瞳孔ELへ入射される光束の走査中心角が、s190の処理で決定された走査中心角となるような中心角変更用ミラー61の傾き量を決定する。ここでは、中心角変更用ミラー61を傾ける際の水平変更機構66における回転角であって、s190の処理で決定した走査中心角 α_{HL1} から変数P2の値 p_2 を減算して1/2倍した値 $((\alpha_{HL1} - p_2) / 2)$ を、中心角変更用ミラー61の傾き量として決定する。また、中心角変更用ミラー61を傾ける際の垂直変更機構62における回転角であって、s190の処理で決定した走査中心角 α_{V1} から変数P4の値 p_4 を減算して1/2倍した値 $((\alpha_{V1} - p_4) / 2)$ を、中心角変更用ミラー61の傾き量として決定する。そして、右の瞳孔ERに対応する中心角変更部60についても、同様に、中心角変更用ミラー61を傾ける際の水平変更機構66における回転角であって、s190の処理で決定した走査中心角 α_{HR1} から変数P3の値 p_3 を減算して1/2倍した値 $((\alpha_{HR1} - p_3) / 2)$ を、中心角変更用ミラー61の傾き量として決定する。

【0055】

また、このs200の処理では、中心角変更用ミラー61の傾き量を決定した後、s190の処理で決定された走査中心角 α_{HL1} を変数P2にセット ($\alpha_{HL1} \rightarrow P_2$) し直して、同処理で決定された走査中心角 α_{HR1} を変数P3にセット ($\alpha_{HR1} \rightarrow P_3$) し直す。

$R_1 \rightarrow P_3$) し直して、同処理で決定された走査中心角 α_{V1} を変数 P_4 にセット ($\alpha_{V1} \rightarrow P_4$) し直す。

【0056】

次に、中心角変更部 60 における中心角変更用ミラー 61 を、s 200 の処理で決定された傾き量だけ傾ける (s 210)。この処理では、中心角変更部 60 における各駆動回路 64, 67 で各変更機構 62, 66 を作動させることにより、中心角変更用ミラー 61 の傾きを、s 200 の処理で決定された傾き量だけ傾けさせる。この s 210 の処理以降、中心角変更部 60 から出力される光束が瞳孔入射部 70 を経て利用者の瞳孔へ入射された際、この光束に基づく画像 (虚像) を、s 190 の処理で決定された走査中心角の方向、つまり、操作パネル 80 の位置指定スイッチにより指定された表示位置に表示された虚像として認識させることができるようになる。

【0057】

次に、s 120 の処理で開始された映像信号の入力が継続しているかどうかをチェックする (s 220)。

この s 220 の処理で、映像信号の入力が継続していれば (s 220 : YES) 、操作パネル 80 の位置指定スイッチが操作されたかどうかをチェックする (s 230)。

【0058】

この s 230 の処理で、位置指定スイッチが操作されたら (s 230 : YES) 、s 150 の処理へ戻る。

一方、s 230 の処理で、位置指定スイッチが操作されていなければ (s 230 : NO) 、s 220 の処理へ戻る。

【0059】

こうして、s 150 から s 230 の処理を繰り返し行った後、s 220 の処理で映像信号の入力が継続しなくなったら (s 220 : NO) 、s 140 の処理で開始された色信号の生成および出力を終了した後 (s 240) 、s 120 の処理へ戻る。

【0060】

【第1実施形態の効果】

このように構成された画像表示装置1によれば、中心角変更部60によって、走査部50により走査される光束が瞳孔入射部70に入射する際の走査中心角を変更することができる（図5におけるs210の処理）。ここで、中心角変更部60は、中心角変更用ミラー61が、利用者における瞳孔Eの位置（瞳孔Eに対応する位置）と光学的に共役な位置に配設されているため、走査部50から瞳孔入射部70を経て瞳孔Eへ入射する光束は、走査中心角が変更されても一定の位置（以降、収束位置とする）に収束することになる。そのため、虚像の表示領域を大きく変更したとしても、収束位置が瞳孔Eに対応する位置からズレてしまう恐れがなく、利用者が虚像を正確に視認できなくなったり、虚像そのものを視認できなくなってしまうことがない。そのため、瞳孔前方に配設されたハーフミラー72の角度で虚像の表示領域を変更する構成と比べて（図12（a）参照）、虚像の表示領域を自由に変更することができる。

【0061】

さらに、中心角変更部60により光束の走査中心角を変更するだけで、虚像を正確に視認できなくなったり、虚像そのものを視認できなくなったりすることなく、虚像の表示領域を変更できるため、瞳孔E前方に配設されたハーフミラー72の角度および位置で虚像の表示領域を変更する構成と比べて（図12（b）参照）、簡単な構成で虚像の表示領域を変更することができる。

【0062】

また、図5におけるs210の処理で、中心角変更部60の中心角変更用ミラー61が傾けられる。このとき、瞳孔入射部70により瞳孔Eへ入射される光束における走査中心角が、それぞれの瞳孔入射部70により瞳孔Eへ入射される光束における走査中心を光束の入射方向と反対へ延長した場合の両延長線を操作パネル80の位置指定スイッチにより指定された表示位置で交差するように変更される。そのため、操作パネル80の位置指定スイッチにより指定された表示位置が輻輳点となるように、つまり、指定された表示位置に虚像が表示されるように（表示されたことを認識できるように）、瞳孔入射部70それぞれに入射する光束の走査中心角を変更することができる。

【0063】

また、図5の画像表示処理では、操作パネル80の位置指定スイッチにより指定された表示位置を読み出し(s150の処理)、この表示位置に基づいて曲率半径(s160の処理)、および、走査中心角(s190の処理)を決定している。そのため、利用者は、操作パネル80の位置指定スイッチを操作することによって、虚像を表示すべき瞳孔E前方における表示位置を任意に設定でき、こうして設定した表示位置に虚像が表示されるように(表示されたと認識できるよう)、瞳孔入射部70それぞれに入射する光束の走査中心角を変更することができる。

【0064】

また、図5におけるs180の処理で制御部90からの指令を受けた曲率変更部40によって、光束生成部10から出力された光束の曲率半径(波面曲率)を、利用者における瞳孔Eの位置(瞳孔Eに対応する位置)から操作パネル80の位置指定スイッチにより指定された表示位置までの距離に応じた曲率半径へ変更することができる。ここで、曲率半径は、その値が小さくなるほど光束に基づく画像(虚像)の焦点が近い位置に存在しているように認識されるようになり、また、位置指定スイッチにより指定された表示位置は、虚像が表示される位置(表示されたと観認できる位置)である。そのため、光束に基づく画像(虚像)における焦点の位置と、虚像の表示される表示位置とが一致するため、光束に基づく画像(虚像)における焦点の位置と虚像の表示位置とがズレてしまうことに起因する違和感を利用者に与えてしまうことを防止できる。

【0065】

特に、位置指定スイッチの操作により虚像の表示位置を任意に指定できるため、利用者が自身の視力に応じて焦点の合う表示位置に虚像を表示させることができる。

[第2実施形態]

画像表示装置2は、第1実施形態における画像表示装置1と同様の構成であって、一部構成および処理内容が異なっているだけであるため、この相違点のみを詳述する。

【0066】

画像表示装置2は、図7に示すように、光束生成部10、コリメート光学部30、曲率変更部40、走査部50、中心角変更部60、瞳孔入射部70、操作パネル80、制御部90などの他に、瞳孔入射部70のハーフミラー72に投影された目の画像データを制御部90へ出力するCCDカメラからなる視線センサ100を備えている。なお、光束生成部10、光ファイバー20、コリメート光学部30、曲率変更部40、走査部50、中心角変更部60、瞳孔入射部70および視線センサ100は、左右の瞳孔Eそれぞれに対して設けられている。

【0067】

操作パネル80は、画像表示装置1を起動・停止させるための電源スイッチ、後述する画像表示処理（図8）において標準となる視線の方向を設定するための視線決定スイッチなどからなる。

○制御部90による画像表示処理

以下に、制御部90が実行する画像表示処理の処理手順を図8に基づいて説明する。この画像表示処理は、第1実施形態における画像表示処理（図5）と一部処理内容が異なっているものであるため、この相違点のみを詳述する。

【0068】

まず、利用者に対して視線を遠方に向けた状態で操作パネル80の視線決定スイッチを押下させる旨のメッセージを通知する（s410）。この処理では、上述のメッセージを示すメッセージ画像の各色信号（青色、緑色、赤色）を生成すると共に、この色信号を各光束生成部10へ出力する。この色信号を入力した光束生成部10では、色信号に基づいて各レーザドライバが各レーザを駆動し、これにより各レーザから発生された光束が、ダイクロックミラー17により合成された後、結合光学系18を経て光ファイバー20へ出力される。この光束が、コリメート光学部30、曲率変更部40、走査部50、中心角変更部60および瞳孔入射部70を経て利用者の瞳孔へ入射されることにより、上述のメッセージ画像を利用者に視認させることができる。こうして、メッセージ画像を視認できる状態となった以降、利用者は、メッセージ画像で示されるメッセージに従い、視線を遠方に向けた後、操作パネル80の視線決定スイッチを押下する操作を行う

ことになる。

【0069】

次に、操作パネル80の視線決定スイッチが押下されるまで待機する (s420: NO)。

このs420の処理で、視線決定スイッチが押下されたら (s420: YES)、視線センサ100から画像データを入力する (s430)。ここでは、各視線センサ100から、瞳孔入射部70のハーフミラー72に投影された目の画像それぞれを入力する。

【0070】

次に、s430の処理で入力された画像データに基づいて、基準座標を決定する (s440)。この処理では、まず、s430の処理で入力した画像データに基づいて、この画像データで示される目の画像それぞれについて、白目部分を白、黒目部分を黒で表現した二値画像を左右の目それぞれに対して生成する。続いて、左目の二値画像について、白目部分である白の領域を近似した円の中心位置を、二値画像における上下方向をx軸、左右方向をy軸とした直交座標における第1基準位置 (0, 0; 原点) として決定する。そして、右目の二値画像について、白目部分である白の領域を近似した円の中心位置を、二値画像における上下方向をx軸、左右方向をy軸とした直交座標における原点からx軸方向に両瞳孔E(両眼球の回転中心)間の間隔deだけ離れた第2基準位置 (de, 0) として決定する。

【0071】

次に、初期化処理を行う (s510)。この処理は、図5におけるs110の処理と同様の処理である。

次に、外部から映像信号の入力が開始されるまで待機する (s520: NO)

【0072】

このs520の処理で映像信号の入力が開始されたら (s520: YES)、ポリゴンミラー51およびガルバノミラー54の動作を開始させる (s530)。この処理は、図5におけるs130の処理と同様の処理である。

次に、s 520の処理で入力が開始された映像信号で示される画像に基づく各種色信号（青色、緑色、赤色）の生成を開始すると共に、この色信号の各光束生成部10への出力を開始する（s 540）。この処理は、図5におけるs 140の処理と同様の処理である。

【0073】

次に、視線センサ100から画像データを入力する（s 552）。この処理は、s 430の処理と同様の処理である。

次に、s 552の処理で入力された画像データに基づいて、輻輳点を決定する（s 554）。この処理は、利用者における実際の輻輳点（x0, y0, z0）を決定するための処理であって、詳細な処理手順は、後述の「輻輳点決定処理（図9）において説明する。

【0074】

次に、s 554の処理で決定された輻輳点に基づいて、利用者の瞳孔Eへ入射させる光束の曲率半径を決定する（s 560）。この処理は、図5におけるs 160の処理と同様の処理である。

次に、曲率変更部40における凸レンズ42-ミラー43間の間隔dcとして、利用者の瞳孔Eへ入射される光束の曲率半径が、s 560の処理で決定された曲率半径となるような間隔dc1を決定する（s 570）。この処理は、図5におけるs 170の処理と同様の処理である。

【0075】

次に、曲率変更部40における凸レンズ42-ミラー43間の間隔dcを、s 570の処理で決定された間隔dc1に変更する（s 580）。この処理は、図5におけるs 180の処理と同様の処理である。

次に、利用者の瞳孔Eへ入射させる光束の走査中心角を決定する（s 590）。この処理では、s 554の処理で輻輳点を決定する過程（図9におけるs 730, s 740の処理参照）で算出された角度「 α_{HL2} 」が、左の瞳孔ELへ入射させるべき水平方向における走査中心角 α_{HL1} として決定され、「 α_{HR2} 」が、右目の瞳孔ERへ入射させるべき水平方向における光束の走査中心角 α_{HR1} として決定され、「 α_{V2} 」が、垂直方向における走査中心角 α_{V1} として決定される。

【0076】

次に、中心角変更部60における中心角変更用ミラー61の傾きとして、瞳孔入射部70から利用者の瞳孔Eへ入射される光束の走査中心角が、s590の処理で決定された走査中心角となるような傾き量を決定する(s600)。この処理は、図5におけるs200の処理と同様の処理である。

【0077】

次に、中心角変更部60における中心角変更用ミラー61を、s600の処理で決定された傾き量だけ傾ける(s610)。この処理は、図5におけるs210の処理と同様の処理である。

次に、s520の処理で開始された映像信号の入力が継続しているかどうかをチェックする(s620)。

【0078】

このs620の処理で、映像信号の入力が継続していれば(s620: YES)、s552の処理へ戻る。

こうして、s552からs620の処理を繰り返し行った後、s620の処理で映像信号の入力が継続しなくなったら(s620: NO)、s540の処理で開始された色信号の生成および出力を終了した後(s640)、s510の処理へ戻る。

○制御部90による輻輳点決定処理

以下に、制御部90により実行される輻輳点決定処理の処理手順を図9に基づいて説明する。この輻輳点決定処理は、上述の画像表示処理(図8)におけるs554の処理の詳細な処理手順を示すものである。

【0079】

まず、s552の処理で入力した画像データに基づいて、この画像データそれぞれで示される目の画像から、上述した二値画像を生成する(s700)。

次に、左目の二値画像のうち、白目部分である白の領域を近似した円の中心位置の座標を算出する(s710)。この処理では、図10に示すように、左目の二値画像のうち、図8におけるs440の処理で決定された第1基準位置に相当する位置aと、白目部分である白の領域を近似した円の中心位置bとの隔離距離

から、この中心位置 b の座標 (Δx_L , Δy_L) を算出する。

【0080】

次に、右目の二値画像のうち、白目部分である白の領域を近似した円の中心位置の座標を算出する (s 720)。この処理では、右目の二値画像のうち、s 440 の処理で決定された第2基準位置に相当する位置 c と、白目部分である白の領域を近似した円の中心位置 d との距離から、この中心位置 d の座標 ($d_e - \Delta x_R$, Δy_R) を算出する。

【0081】

次に、s 710, s 720 の処理で算出された座標に基づいて、x - z 平面、つまり、水平方向において、第1基準座標 - 輻輳点を結ぶ直線と z 軸の成す角度 α_{HL2} 、および、第2基準座標 - 輻輳点を結ぶ直線と z 軸の成す角度 α_{HR2} を算出する (s 730)。この処理では、眼球の半径を示す値を r_e として、「 $\alpha_{HL2} = \sin^{-1}(\Delta x_L / r_e)$ 」, 「 $\alpha_{HR2} = \sin^{-1}(\Delta x_R / r_e)$ 」で示す式により算出する。

【0082】

次に、s 710, s 720 の処理で算出された座標に基づいて、y - z 平面、つまり、垂直方向において、第1基準座標 (または、第2基準座標) - 輻輳点を結ぶ直線と z 軸の成す角度 α_{V2} を算出する (s 740)。この処理では、「 $\alpha_{V2} = \sin^{-1}(\Delta y_L / r_e)$ 」で示す式により算出する。

【0083】

そして、s 730, s 740 の処理で算出された角度に基づいて、輻輳点を決定する (s 750)。この処理では、両瞳孔 E 間の間隔を示す値を d_e として、輻輳点 (x_0 , y_0 , z_0) の x 座標の値 x_0 を「 $x_0 = (d_e \cdot \tan \alpha_{HL2}) / (\tan \alpha_{HL2} + \tan \alpha_{HR2})$ 」で示される式で算出する。また、y 座標の値 y_0 を「 $y_0 = (d_e \cdot \tan \alpha_{V2}) / (\tan \alpha_{HL2} + \tan \alpha_{HR2})$ 」で示される式で算出する。そして、z 座標の値 z_0 を「 $z_0 = d_e / (\tan \alpha_{HL2} + \tan \alpha_{HR2})$ 」で示される式で算出する。

【0084】

【第2実施形態の効果】

このように構成された画像表示装置2によれば、第1実施形態における画像表示装置1と同様に、瞳孔E前方に配設されたハーフミラー72の角度で虚像の表示領域を変更する構成と比べて、虚像の表示領域を自由に変更することができる。さらに、瞳孔E前方に配設されたハーフミラー72の角度および位置で虚像の表示領域を変更する構成と比べて、簡単な構成で虚像の表示領域を変更することができる。

【0085】

また、図8におけるs610の処理で、操作パネル80の位置指定スイッチにより指定された表示位置に虚像が表示されるように（表示されたことを認識できるように）、瞳孔入射部70それぞれに入射する光束の走査中心角を変更することができる。

【0086】

また、図8の画像表示処理では、視線センサ100から入力した画像データに基づき輻輳点を決定し（s554の処理）、この輻輳点に基づいて曲率半径（s560の処理）、および、走査中心角（s590の処理）を決定している。そのため、利用者は、任意の方向へ視線を向けることによって、虚像を表示すべき瞳孔E前方における表示位置を任意に設定したことになり、こうして設定した表示位置に虚像が表示されるように（表示されたと認識できるように）、瞳孔入射部70それぞれに入射する光束の操作中心角を変更することができる。

【0087】

また、図8におけるs580の処理で制御部90からの指令を受けた曲率変更部40によって、光束生成部10から出力された光束の曲率半径（波面曲率）を、利用者における瞳孔Eの位置（瞳孔Eに対応する位置）から、s554の処理で決定された輻輳点までの距離に応じた曲率半径へ変更することができる。ここで、曲率半径は、その値が小さくなるほど光束に基づく画像の焦点が近い位置に存在しているように認識されるようになり、また、s554の処理で決定された輻輳点は、利用者による実際の輻輳点を示している。そのため、光束に基づく画像（虚像）における焦点の位置と利用者による実際の輻輳点とが一致するため、光束に基づく画像（虚像）における焦点の位置と輻輳点とがズレてしまうことに

起因する違和感を利用者に与えることなく、利用者が焦点を合わせた位置に虚像を表示する（虚像が表示されたと認識させる）ことができる。

【0088】

また、図9におけるs750の処理では、視線センサ100により検出した画像データに基づいて、左右の視線が交差する位置、つまり、利用者による実際の輻輳点を算出することができる。そして、この輻輳点に虚像が表示されるように（表示されたと認識できるように）、図8におけるs610の処理で、瞳孔入射部70それぞれに入射する光束の走査中心角を変更することができる。

【0089】

[変形例]

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上記の具体的な実施形態に限定されず、このほかにも様々な形態で実施することができる。

例えば、上記第1、第2実施形態においては、図5、図8、図9の各処理が、画像表示装置1、2の制御部90からなるコンピュータシステムにより実行されるように構成されたものを例示した。しかし、これら各処理の一部または全部が、画像表示装置1、2に有線・無線の信号伝送路で接続された別のコンピュータシステムにより実行されるように構成してもよい。

【0090】

また、上記第1、第2実施形態においては、図5、図8、図9の各処理が、制御部90内蔵のメモリに記憶されている処理手順に従って実行されるように構成されたものを例示した。しかし、制御部90が、例えば、FDやメモリーカードなどの記録媒体との間でデータを入出力可能に構成されている場合には、上述の処理手順が記録されている記録媒体から処理手順を読み出して、上記各処理が実行されるように構成してもよい。

【0091】

また、上記第1、第2実施形態においては、走査部50が、ポリゴンミラー51、ガルバノミラー54、および、第1リレー光学系57により構成されたもの例示した。しかし、走査部50は、中心角変更部60を通過してきた光束を水平方向および垂直方向に走査可能なミラーにより構成することもできる。このよう

に構成すれば、画像表示装置1、2としての部品点数を少なくできるため、画像表示装置1、2そのものを小さくすることができる。

【0092】

また、上記第1、第2実施形態においては、中心角変更部60が、中心角変更用ミラー61および第2リレー光学系68などで構成されたものを例示した。しかし、中心角変更部60は、走査部50の一部と一体に構成したものを採用することもできる。例えば、図11に示す画像表示装置3のように、中心角変更部60の垂直変更機構62および水平変更機構66を、中心角変更用ミラー61の代わりにガルバノミラー54の反射面を傾けるように構成し、中心角変更部60が走査部50のガルバノミラー54と一体に構成された状態とする構成が考えられる。このように構成すれば、ガルバノミラー54を中心角変更用ミラー61としても利用できるため、中心角変更用ミラー61だけでなく、第2リレー光学系68が不要となり、画像表示装置1、2としての部品点数を少なくできるため、画像表示装置1、2そのものを小さくすることができる。

【0093】

また、上記第1、第2実施形態においては、中心角変更部60が、走査部50から入射された光束を、中心角変更用ミラー61で反射させることにより瞳孔入射部70へ向かわせるように構成されたものを例示した。しかし、この中心角変更部60は、利用者の瞳孔Eと光学的に共役な位置関係で配設することができれば、他の位置に配設してもよい。例えば、ポリゴンミラー51から光束を入射して、この光束を中心角変更用ミラー61で反射させることによりガルバノミラー54へ向かわせるような位置に配設することが考えられる。

【0094】

また、上記第1実施形態においては、操作パネル80の位置指定スイッチにより虚像の表示位置を設定できるように構成されたものを例示した。しかし、虚像の表示位置を設定するための構成としては、表示位置を数値（例えば、瞳孔からの距離、方角など）で入力可能な入力キーなどといった構成を採用してもよい。

【0095】

上記第1、第2実施形態においては、図5、図8、図9の画像表示処理におい

て各パラメータを算出・決定する際、左の眼球における回転中心を直交座標系の原点としたものを例示した。しかし、本実施形態においては、中心角変更部60の中心角変更用ミラー61および利用者における瞳孔Eの位置（瞳孔Eに対応する位置）が、光学的に共役な位置関係であることから、瞳孔Eの位置を原点として各パラメータを算出・決定するように構成してもよい。

【0096】

また、上記第2実施形態においては、図8におけるs620の処理で、映像信号の入力が継続している場合に、s552の処理へ戻るように構成されたものを例示した。しかし、この画像表示装置2の備える操作パネル80に、輻輳点を変更するためも輻輳点変更スイッチを設けておき、図13に示すように、s620の処理の後、輻輳点変更スイッチが押下されていなければ（s630: NO）、s620の処理へ戻る一方、輻輳点変更スイッチが押下されたら（s630: YES）、s552の処理へ戻るように構成してもよい。この場合、輻輳点変更スイッチを押下したときのみ、s552以降の処理で曲率半径および操作中心角を変更させることができる。

【0097】

【本発明との対応関係】

以上説明した実施形態における光束生成部10は本発明における光束生成手段、走査部50は本発明における走査手段、瞳孔入射部70は本発明における瞳孔入射手段、中心角変更部60は本発明における中心角変更手段、曲率変更部40は本発明における波面曲率変更手段である。

【0098】

また、図5におけるs150の処理は本発明における表示位置設定手段、s180の処理は本発明における曲率変更指令手段である。

また、図8におけるs580の処理は本発明における曲率変更制御手段、s600およびs610の処理は本発明における中心角変更制御手段である。

【0099】

また、図9におけるs700からs740の処理は本発明における視線検出手段、s750の処理は本発明における表示位置設定手段である。

【図面の簡単な説明】

- 【図1】第1実施形態における画像表示装置の構成を示す図
- 【図2】曲率変更部の構成を示す図
- 【図3】中心角変更部の構成を示す図
- 【図4】中心角変更部および瞳孔入射部を経て瞳孔へ入射される光束を示す図
- 【図5】第1実施形態における画像表示処理の処理手順を示すフローチャート
- 【図6】輻輳点を直交座標上において表現した図
- 【図7】第2実施形態における画像表示装置の構成を示す図
- 【図8】第2実施形態における画像表示処理の処理手順を示すフローチャート
- 【図9】第2実施形態における輻輳点決定処理の処理手順を示すフローチャート
- 【図10】視線センサにより入力された画像データに基づく目の画像を示す図
- 【図11】別の実施形態における画像表示装置の構成を示す図
- 【図12】従来の技術で考え得る画像表示装置の構成を示す図
- 【図13】別の実施形態における画像表示処理の処理手順を示すフローチャート

【符号の説明】

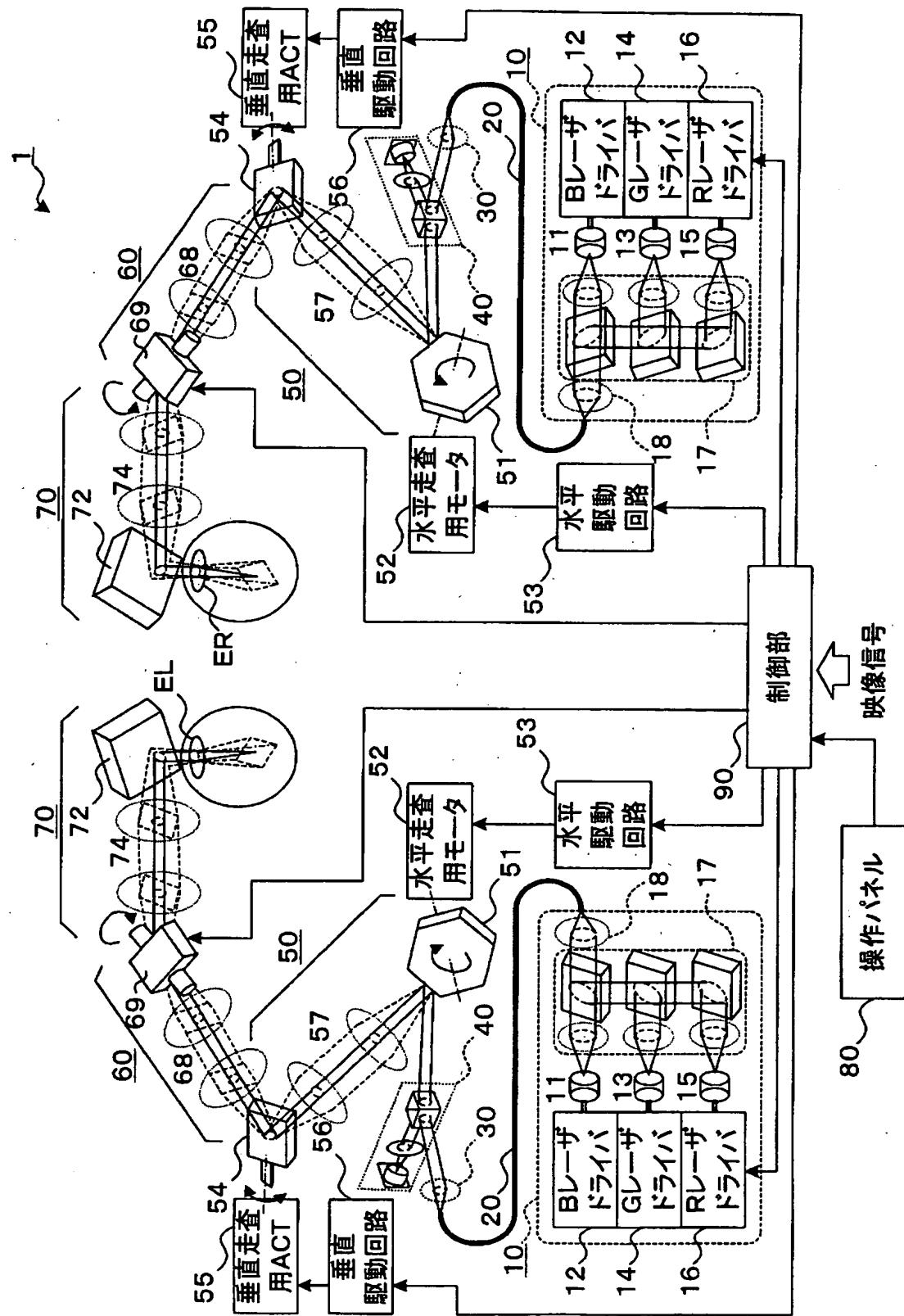
- 1, 2 … 画像表示装置、10 … 光束生成部、11 … Bレーザ、12 … Bレーザドライバ、13 … Gレーザ、14 … Gレーザドライバ、15 … Rレーザ、16 … Rレーザドライバ、17 … ダイクロックミラー、18 … 結合光学系、20 … 光ファイバー、30 … コリメート光学部、40 … 曲率変更部、41 … ビームスプリッタ、42 … 凸レンズ、43 … ミラー、44 … アクチュエータ、45 … 曲率駆動回路、50 … 走査部、51 … ポリゴンミラー、52 … 水平走査用モータ、53 … 水平駆動回路、54 … ガルバノミラー、55 … 垂直走査用アクチュエータ、56 … 垂直駆動回路、57 … 第1リレー光学系、60 … 中心角変更部、61 … 中心角変更用ミラー、62 … 垂直変更機構、62a … 傾斜機構、62b … モータ、62c … エンコーダ、64 … 垂直駆動回路、66 … 水平変更機構、66a … 傾斜機構、66

b・・・モータ、66c・・・エンコーダ、67・・・水平駆動回路、68・・・
・第2リレー光学系、69・・・固定板、70・・・瞳孔入射部、72・・・ハ
ーフミラー、74・・・第3リレー光学系、80・・・操作パネル、90・・・
制御部、100・・・視線センサ。

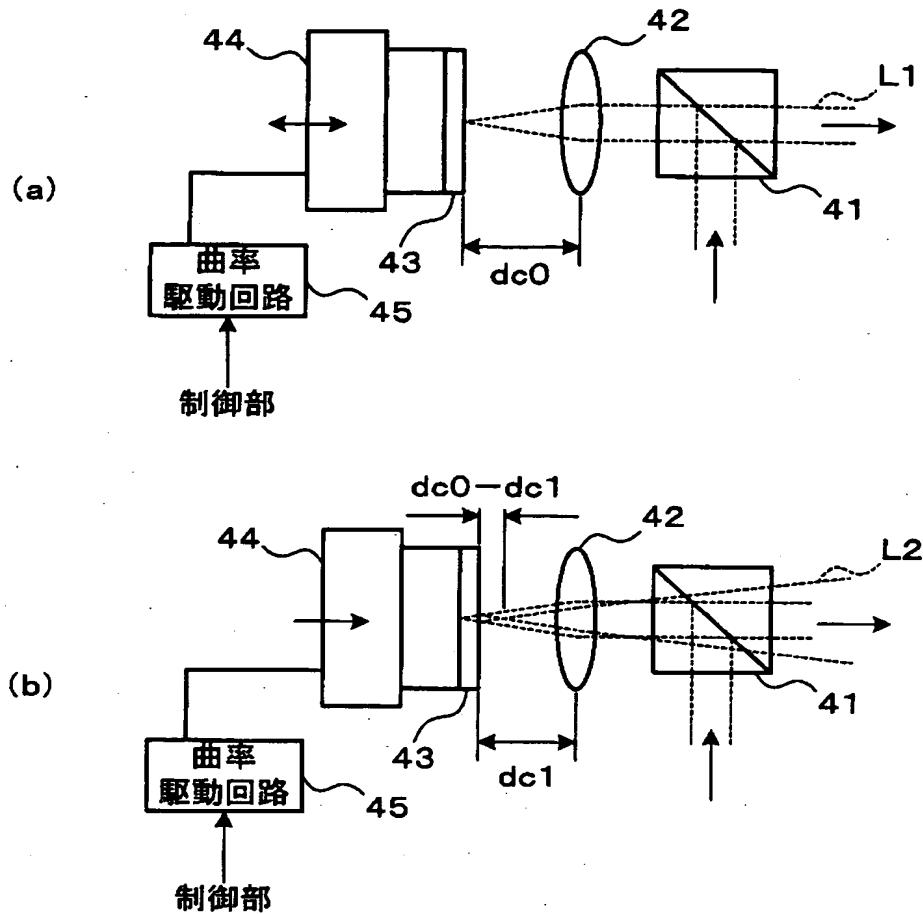
特2002-348266

【書類名】 図面

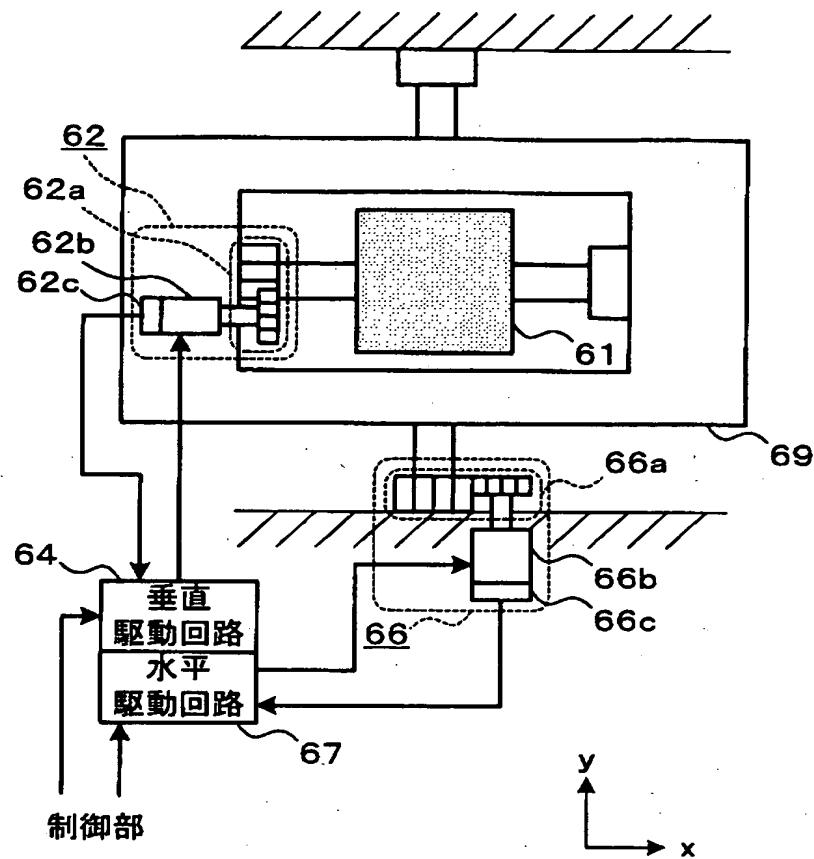
【図1】



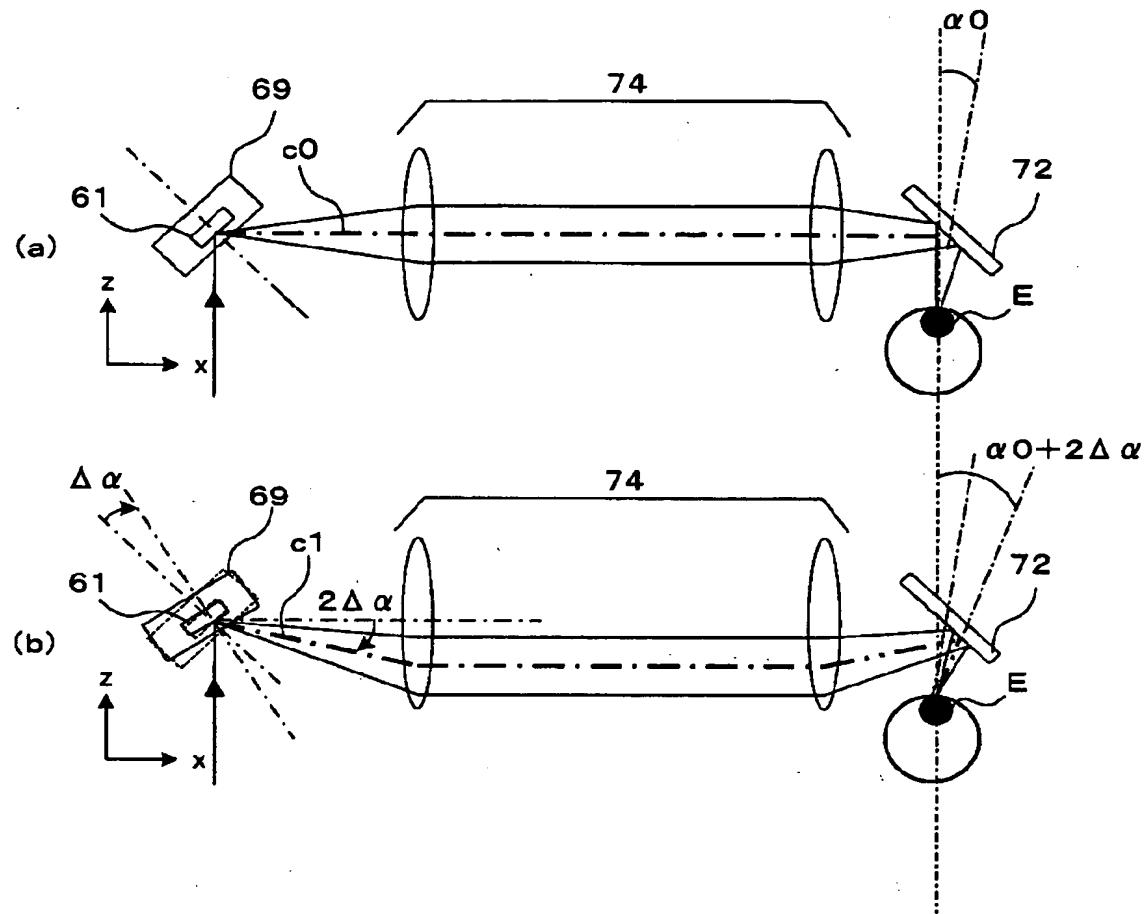
【図2】



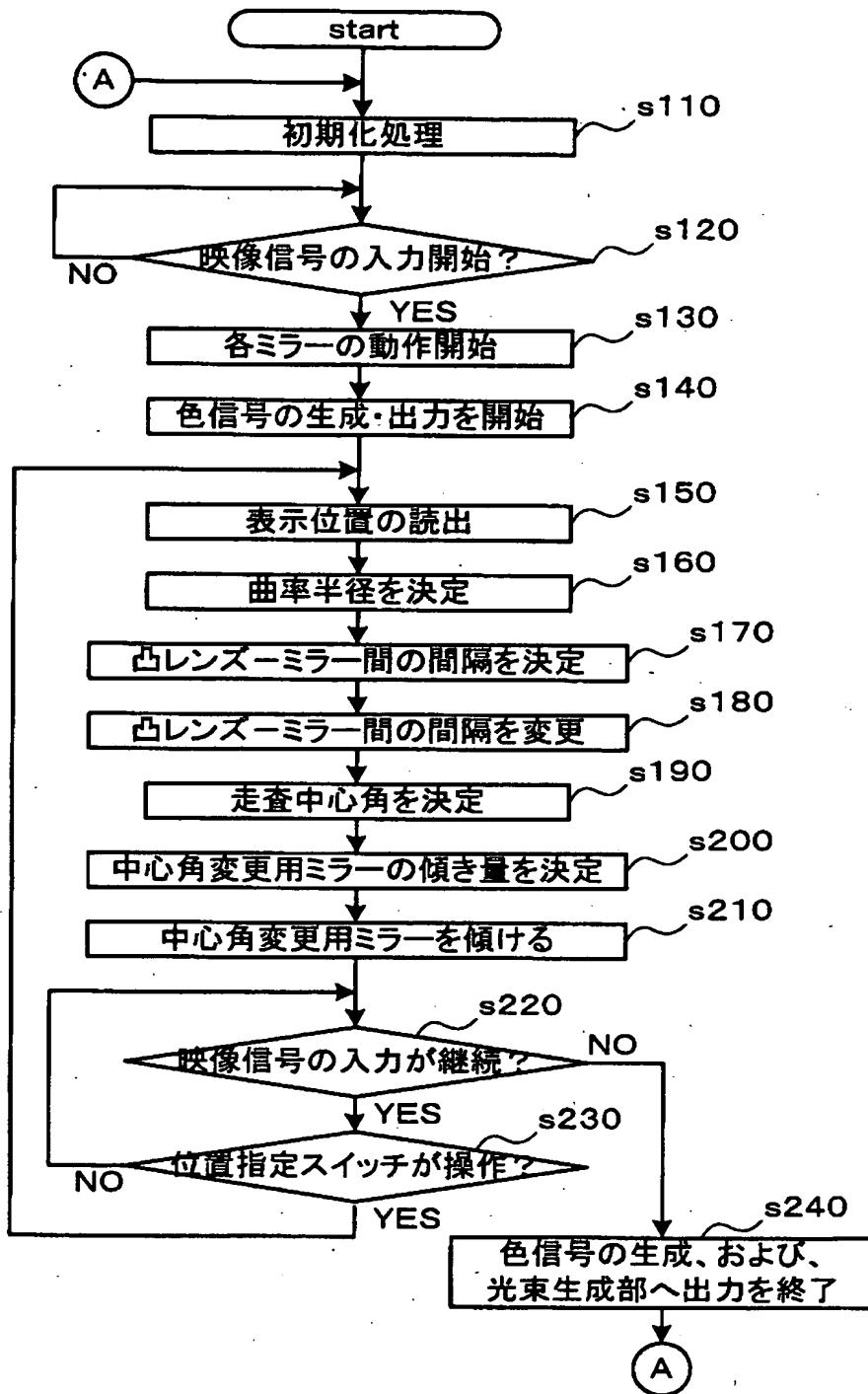
【図3】



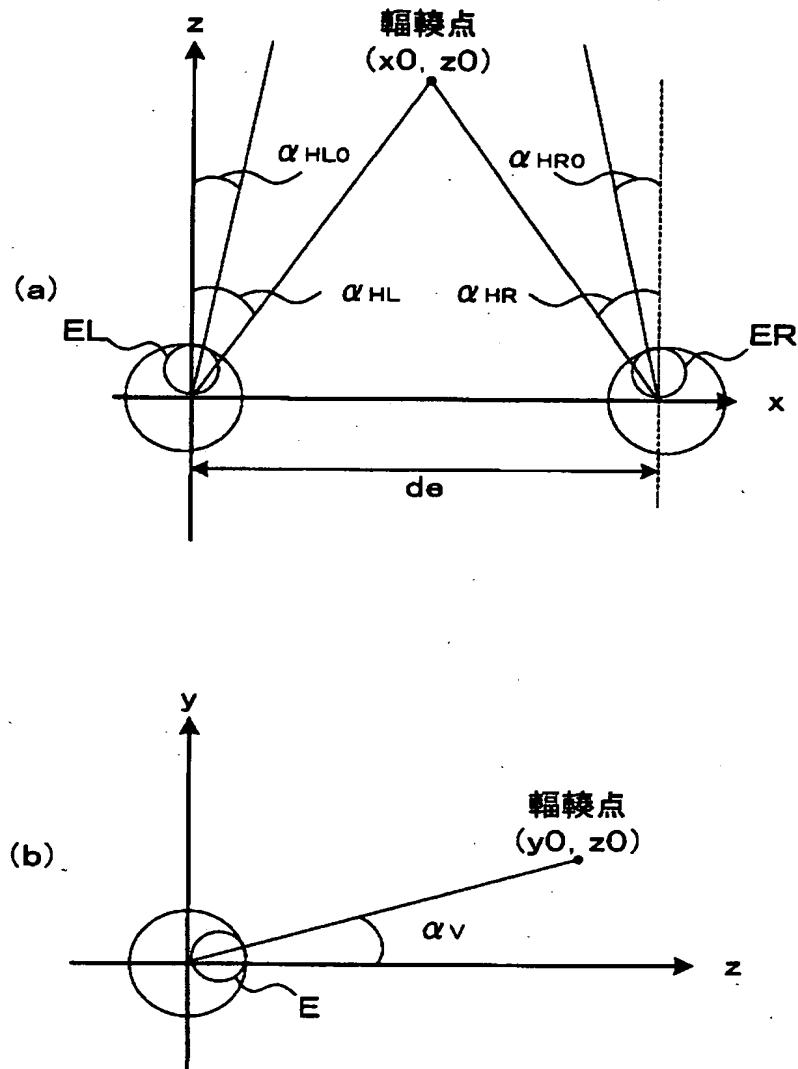
【図4】



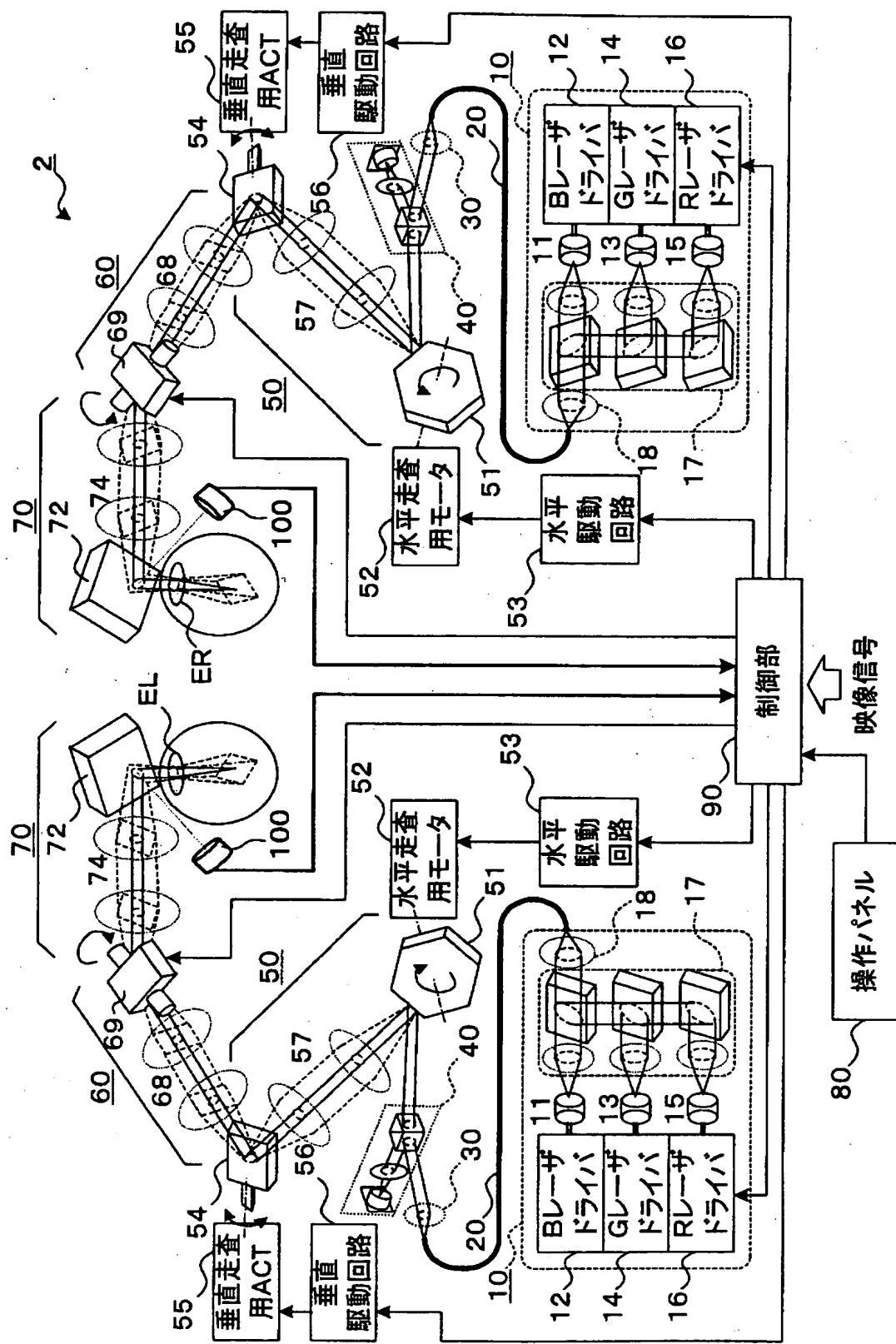
【図5】



【図6】

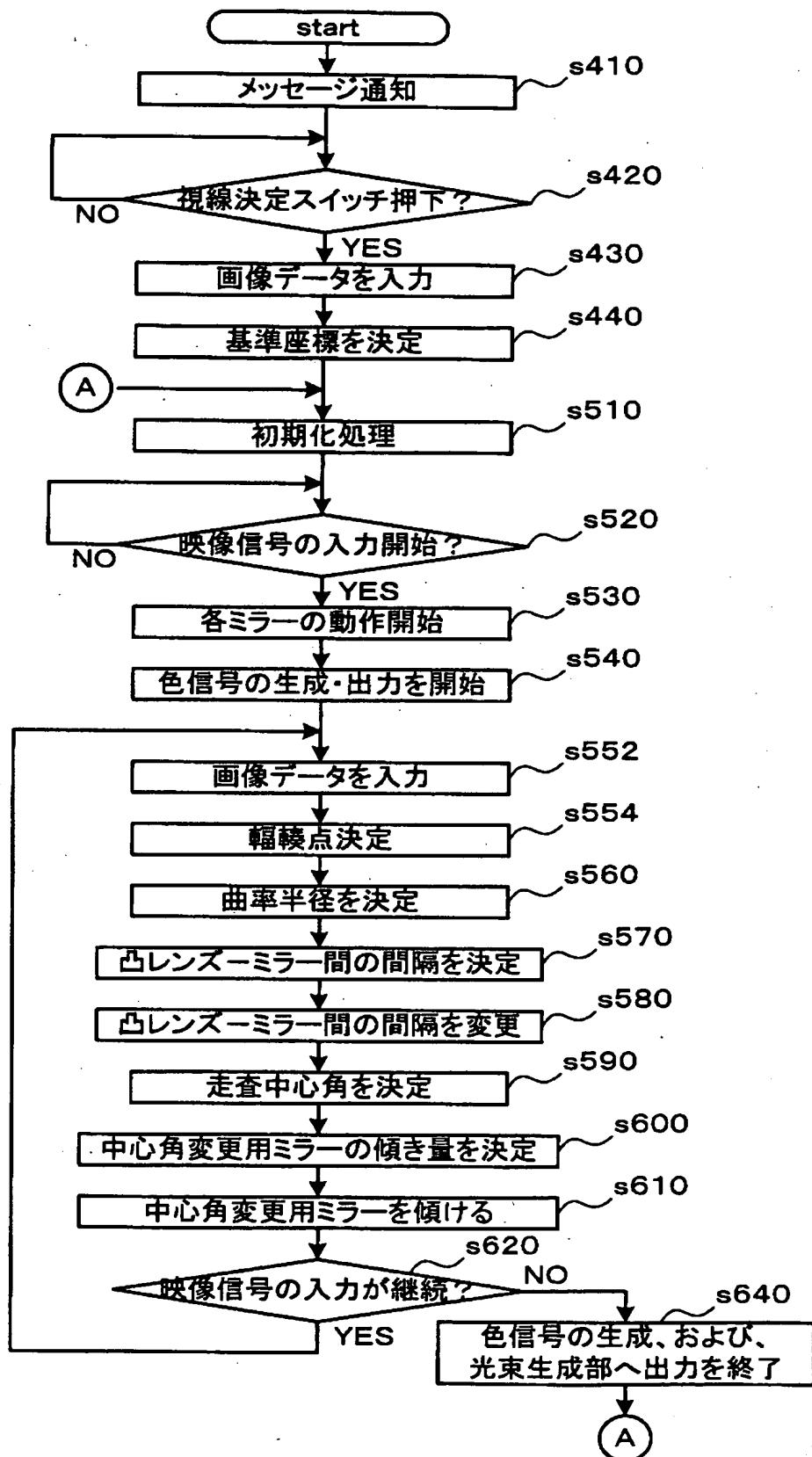


【図7】

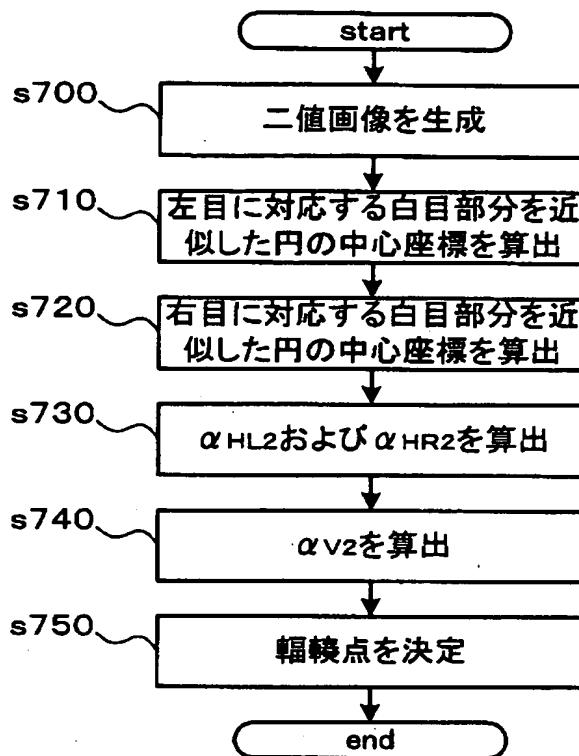


特2002-348266

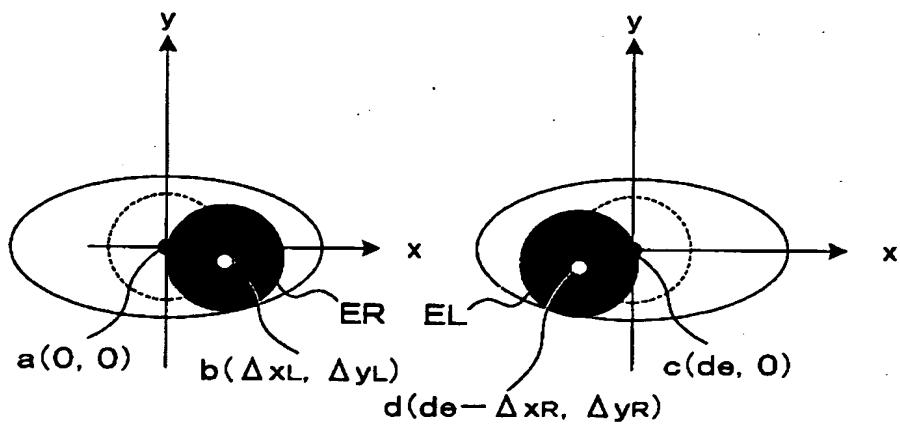
【図8】



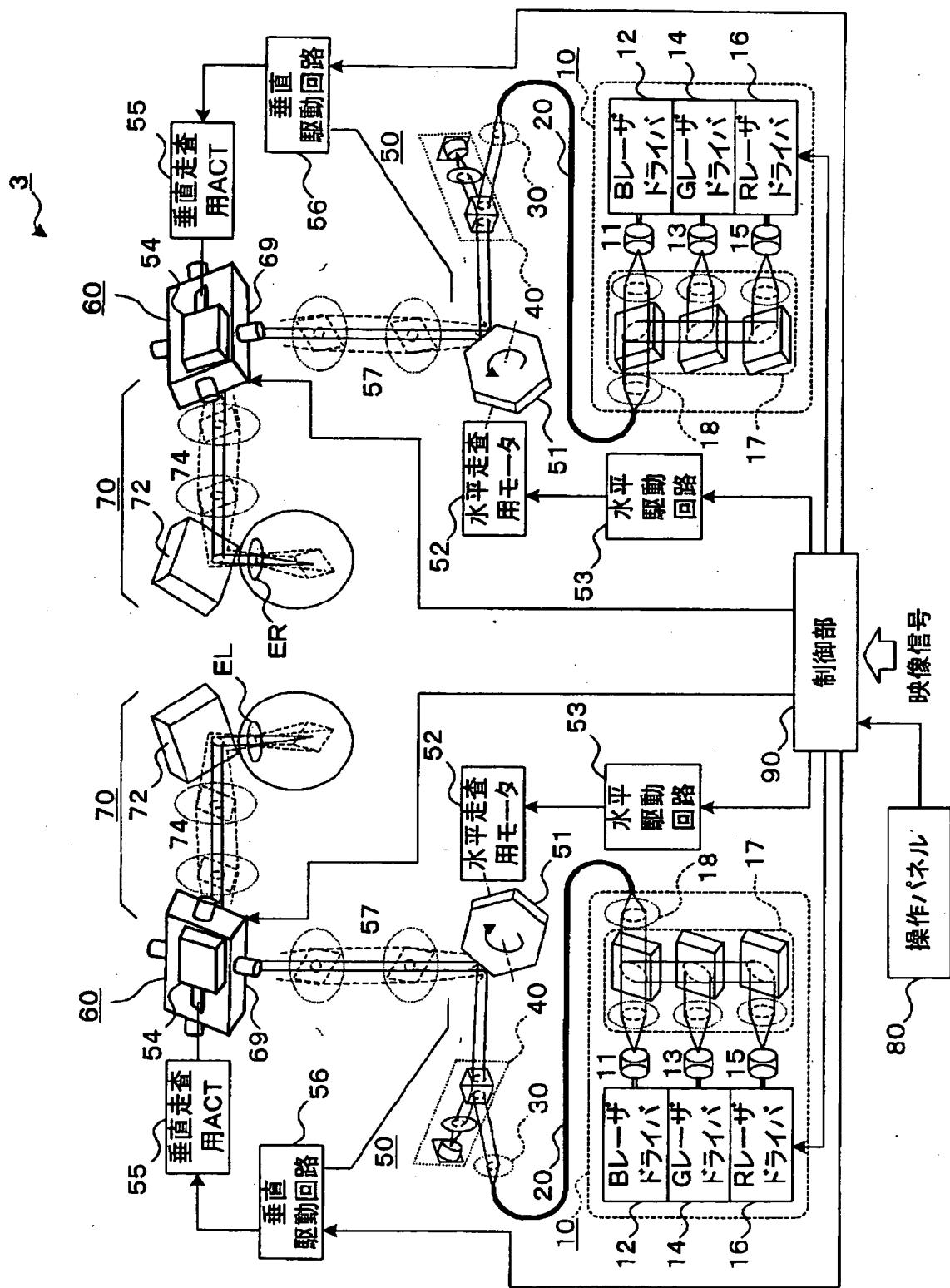
【図9】



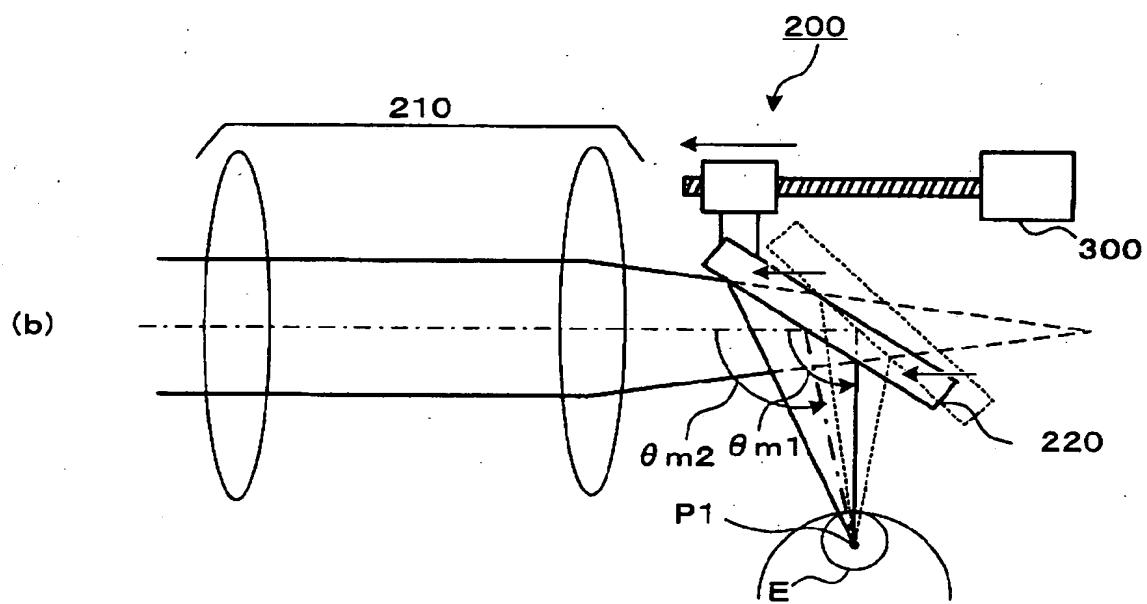
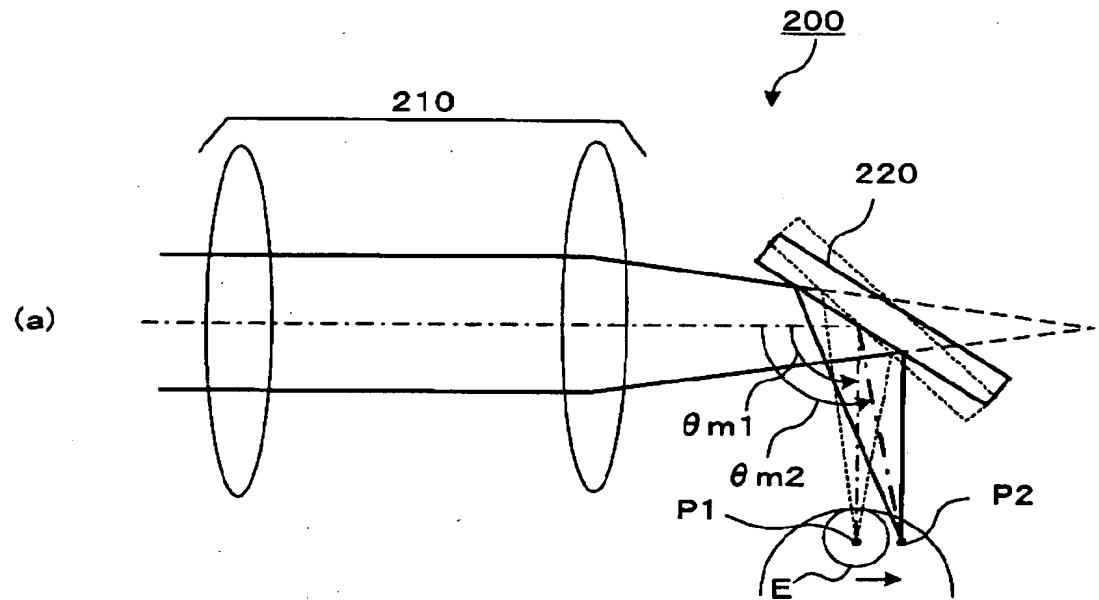
【図10】



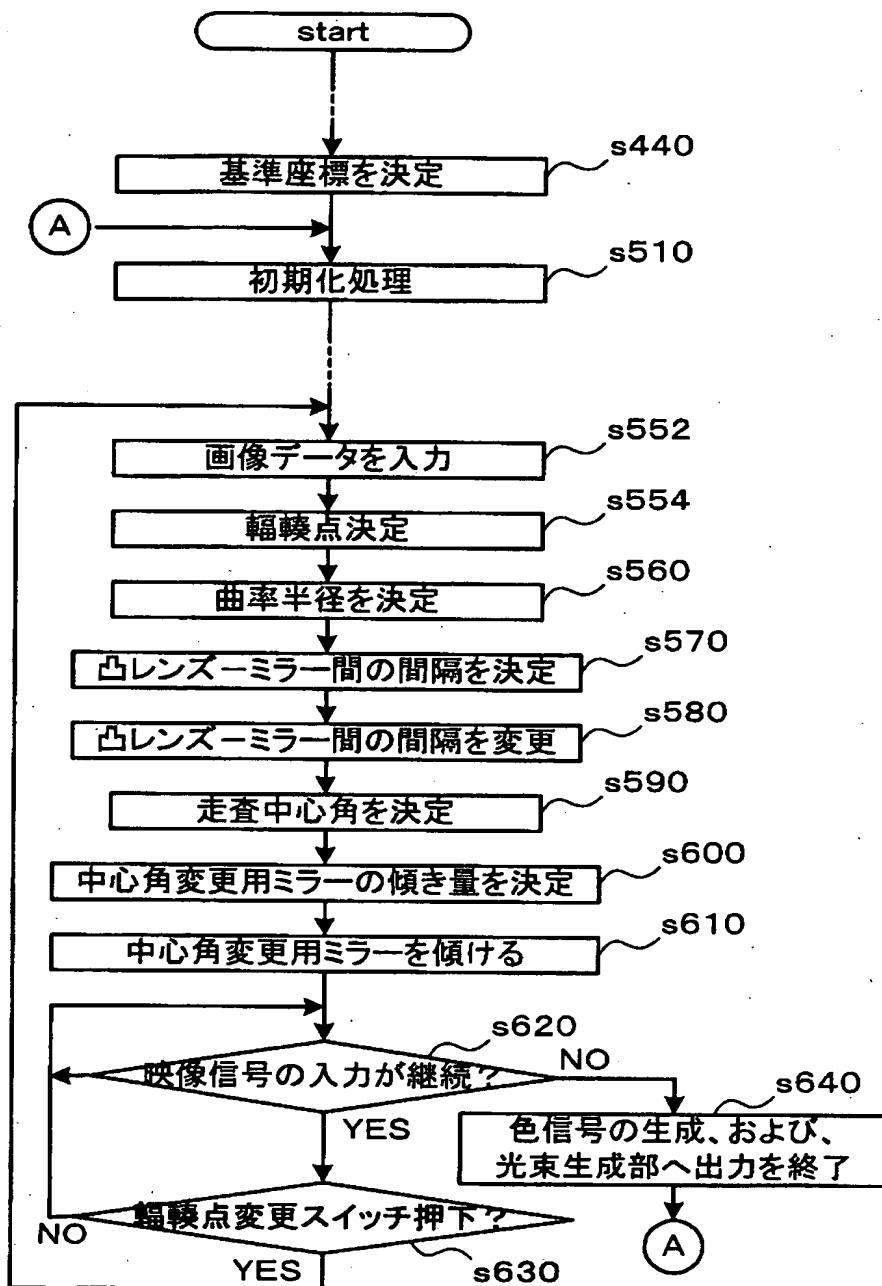
【図11】



【図12】



【図13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 利用者の瞳孔前方に虚像が表示された状況を観認させることができる画像表示装置において、簡単な構成で虚像の表示領域を自由に変更することができる技術を提供すること。

【解決手段】 画像表示装置1は、中心角変更部60によって、走査部50により走査される光束が瞳孔入射部70に入射する際の走査中心角を変更できる。中心角変更部60は、瞳孔Eの位置と光学的に共役な位置に配設されているため、走査部50から瞳孔入射部70を経て瞳孔Eへ入射する光束は、走査中心角が変更されても一定の収束位置に収束する。そのため、虚像の表示領域を大きく変更しても収束位置が瞳孔の位置からズレてしまう恐れがなく、利用者が虚像を正確に観認できなくなってしまうことがない。このことから、ハーフミラー72の角度で虚像の表示領域を変更する構成と比べて、虚像の表示領域を自由に変更できる。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000005267]

1. 変更年月日 1990年11月 5日

[変更理由] 住所変更

住 所 愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号
氏 名 ブラザー工業株式会社